

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

ANALISI ESPLORATIVA DELLE TECNOLOGIE DIGITALI DELLA SUPPLY CHAIN



Relatori:

Prof.ssa Anna Corinna Cagliano

Prof. Giulio Mangano

Candidata:

Francesca Vetrano

Anno Accademico 2019/2020

Indice

Introduzione.....	7
1. Analisi della letteratura sulla Digital Supply Chain	9
1.1 Definizioni di Digital Supply Chain	9
1.2 Metodologia di ricerca	12
1.3 Caratteristiche della Digital Supply Chain	13
1.4 Tecnologie della Digital Supply Chain.....	15
1.4.1 Additive Manufacturing.....	15
1.4.2 Internet of Things	18
1.4.3 Industrial Internet of Things.....	22
1.4.4 Big Data	25
1.4.5 Cloud Computing.....	29
1.4.6 Cloud Manufacturing	32
1.4.7 Cobots	34
1.4.8 Unmanned Aerial Vehicles	37
1.4.9 Augmented Reality e Virtual Reality	40
1.4.10 Blockchain.....	43
1.4.11 Artificial Intelligence	47
1.5 Classificazioni delle tecnologie in letteratura	49
1.6 Research gaps	53
1.7 Proposta di una classificazione	54
3. Analisi statistica.....	57
3.1 Metodologia di analisi	57
3.2 Analisi della letteratura sulle variabili indipendenti	60
3.3 Descrizione dataset e statistiche qualitative sulle variabili.....	65

3.4 Risultati dell'analisi	68
4. Conclusione	105
4.1 Implicazione della Tesi allo stato dell'arte della letteratura e per l'industria.....	105
4.2 Limitazioni della ricerca	106
4.3 Spunti di ricerca futura	107
Bibliografia.....	109
Sitografia	149
Appendice.....	157

Indice Figure

Figura 1: Metodologia di ricerca (Büyüközkan e Göçer, 2018).....	12
Figura 2: Il processo di Additive Manufacturing [2].....	16
Figura 3: Dispositivi IoT [3]	19
Figura 4: Architettura per l'IoT orientata al servizio (Li et al., 2015).....	20
Figura 5: Differenze tra IIoT e IoT [4].....	23
Figura 6: Pubblicazioni sui Big Data	25
Figura 7: Le 5V dei Big Data [5].....	26
Figura 8: Il contesto di riferimento del Cloud Computing [6]	30
Figura 9: Ford utilizza robot collaborativi sulla linea Fiesta [7].....	36
Figura 10: Amazon's Prime Air UAV [8]	38
Figura 11: Esempio di drone per l'inventario del magazzino [9]	39
Figura 12: Esempi di dispositivi di realtà aumentata (Elia et al., 2016)	41
Figura 13: Supply chain transformation (Saberli et al., 2019)	44
Figura 14: Pubblicazioni Blockchain	44
Figura 15: AI and Machine Learning nella supply chain [10]	49
Figura 16: Le tecnologie abilitanti del Piano nazionale impresa 4.0. [11].....	50
Figura 17: Interval Plot della variabile Anno	69
Figura 18: Grafici dei residui della variabile Anno.....	69
Figura 19: Interval plot della variabile PIL	71
Figura 20: Grafici dei residui della variabile PIL.....	72
Figura 21: Interval Plot della variabile Crescita del PIL	73
Figura 22: Grafici dei residui della variabile Crescita del PIL.....	74
Figura 23: Interval Plot della variabile PIL pro capite	75
Figura 24: Grafici dei residui della variabile PIL pro capite.....	76
Figura 25: Interval Plot della variabile Esportazioni di beni e servizi	78
Figura 26: Grafici dei residui della variabile Esportazioni di beni e servizi	78
Figura 27: Interval Plot della variabile Importazioni di beni e servizi.....	80
Figura 28: Grafici dei residui della variabile Importazioni di beni e servizi.....	80
Figura 29: Interval Plot della variabile Investimenti diretti esteri.....	82
Figura 30: Grafici dei residui della variabile Investimenti diretti esteri	82
Figura 31: Interval Plot della variabile Risultati scolastici	84
Figura 32: Grafici dei residui della variabile Risultati scolastici	85

Figura 33: Interval Plot della variabile Global Innovation Index	86
Figura 34: Grafici dei residui della variabile Global Innovation Index	87
Figura 35: Interval Plot della variabile Global Competitiveness Index	88
Figura 36: Grafici dei residui della variabile Global Competitiveness Index	89
Figura 37: Interval Plot della variabile Households with internet access	90
Figura 38: Grafici dei residui della variabile Households with internet access	91
Figura 39: Interval Plot della variabile Spesa per ricerca e sviluppo	92
Figura 40: Grafici dei residui della variabile Spesa per ricerca e sviluppo	93
Figura 41: Interval Plot della variabile Rapporto/occupazione	95
Figura 42: Grafici dei residui della variabile Rapporto/occupazione	95
Figura 43: Interval Plot della variabile Credito interno al settore privato	97
Figura 44: Grafici dei residui della variabile Credito interno al settore privato	97
Figura 45: Interval Plot della variabile Qualità normativa	99
Figura 46: Grafici dei residui della variabile Qualità normativa	99
Figura 47: Ciclo di Hype sulle tecnologie emergenti, 2018 [21]	102
Figura 48: Collaborazione tra drone e furgone [74]	176

Indice Tabelle

Tabella 1: Impatti AM sulla supply chain (adattata da Rogers et al., 2016)	17
Tabella 2: Vantaggi IoT sulla supply chain	21
Tabella 3: Impatti IIoT sulla supply chain.....	24
Tabella 4: Benefici BD sulla supply chain	27
Tabella 5: Ostacoli ai BD (adattata da Moktadir et al., 2019).....	28
Tabella 6: Impatti Cloud Computing sulla supply chain	31
Tabella 7: Confronto tra i robot tradizionali ed i robot collaborativi industriali (adattata da Hentout et al., 2019)	37
Tabella 8: Benefici attesi dall'utilizzare AR (adattata da Stoltz et al. 2017)	42
Tabella 9: Benefici della Blockchain sulla supply chain.....	45
Tabella 10: Ostacoli della Blockchain	46
Tabella 11: Statistiche qualitative sulle variabili indipendenti.....	67
Tabella 12: Risultati analisi statistica	101

Introduzione

Le tecnologie digitali stanno trasformando profondamente i settori industriali, e per questo si parla sempre più di Industria 4.0 o di Smart Manufacturing. Il primo riferimento all'Industria 4.0 è stato introdotto alla Fiera delle Tecnologie Industriali di Hannover, nel 2011. Tale innovazione digitale ha dato inizio ad una vera e propria rivoluzione (la Quarta) dopo la prima innescata dalla macchina a vapore (fine 1700), la seconda, legata al paradigma dell'elettricità e dalla produzione di massa (inizi del 1900) e la terza, iniziata con l'avvento della prima informatizzazione (1960-1970). Lo Smart Manufacturing, o Industria 4.0, è definito come l'adozione di un insieme di tecnologie digitali che interagiscono tra loro, capaci di aumentare l'interconnessione e la cooperazione delle risorse (asset fisici, persone e informazioni) usate nei processi operativi, sia interne alla fabbrica sia distribuite lungo la value chain [1].

Le tecnologie digitali hanno profondamente modificato il modo in cui le persone comunicano ed interagiscono con l'ambiente circostante. La digitalizzazione ha toccato quasi ogni aspetto della vita umana, influenzando notevolmente anche i processi della supply chain e ricevendo molta attenzione da parte di organizzazioni in tutto il mondo in quanto crea benefici superiori rispetto ai metodi tradizionali. Le catene di approvvigionamento convenzionali sono costituite da strutture fisiche sparse geograficamente per aiutare a stabilire e mantenere collegamenti di trasporto tra loro. Le catene di approvvigionamento possono essere definite come una serie di attività interconnesse che coinvolgono il coordinamento, la pianificazione e il controllo di prodotti e servizi tra fornitori e clienti. Molte di queste strutture organizzative non sono più autosufficienti a causa degli sviluppi tecnologici (Büyüközkan e Göçer, 2018).

Il presente studio si concentra su come tale evoluzione abbia portato alla creazione della Digital Supply Chain (DSC). Attualmente tale terminologia è associata a concetti quali Industry 4.0, Smart Supply Chain, Smart Manufacturing, Intelligence Supply Chain, Digital Logistics, Supply Chain 4.0. La mancanza di univocità della terminologia e la carenza di elaborati che classifichino in modo specifico le tecnologie e che studino in modo sistematico le loro applicazioni ed i relativi impatti, mostra come tale materia sia ancora nelle prime fasi di applicazione. All'interno della DSC, sono comprese molte tecnologie quali Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), Big Data (BD), Cloud Computing (CC), Cloud Manufacturing (CM), Industrial Internet of Things (IIoT),

Additive Manufacturing (AM), Unmanned Aerial Vehicles (UAV), Blockchain, Artificial Intelligence (AI). Nonostante non vi sia una classificazione completa di tali tecnologie, la letteratura recente sottolinea l'importanza della DSC e molti ricercatori industriali ne discutono le loro applicazioni.

Nel dettaglio, la tesi è articolata in 3 capitoli: il primo capitolo offre un'analisi della letteratura sul concetto di Digital Supply Chain, sulle tecnologie digitali che caratterizzano la catena di approvvigionamento e sulle classificazioni proposte. A seguito di quest'analisi si individua il research gap ossia come non siano stati identificati lavori che studino l'impatto di variabili socio-economiche sulle tecnologie caratterizzanti la DSC ma anche l'assenza di una classificazione completa sulle tecnologie abilitanti l'Industry 4.0. Sulla base del gap di ricerca, si conclude il primo capitolo, proponendo una classificazione sistematica delle tecnologie della DSC. In virtù di tale classificazione delle tecnologie, si sviluppa il secondo capitolo che si può considerare il punto focale della tesi in quanto tramite un'analisi statistica, individua quali fattori (o variabili socio-economiche) possano avere un impatto o aver già contribuito allo sviluppo di una tecnologia piuttosto che di un'altra. Infine, il lavoro si conclude con il terzo capitolo che descrive le implicazioni che la tesi offre sia allo stato dell'arte della letteratura sia all'industria, le limitazioni riscontrate e gli spunti di ricerca futura.

1. Analisi della letteratura sulla Digital Supply Chain

Il seguente capitolo riporta in primis le definizioni di Digital Supply Chain disponibili in letteratura, la metodologia di ricerca adottata e gli aspetti caratterizzanti la DSC. Successivamente analizza le tecnologie che attualmente influenzano in modo più rilevante il settore della supply chain e le classificazioni individuate sulle tecnologie dell'Industria 4.0. A fronte dei risultati ottenuti da tale analisi si determina il research gap e si suggerisce una classificazione più completa delle tecnologie abilitanti la DSC.

1.1 Definizioni di Digital Supply Chain

In letteratura sono presenti diverse definizioni di DSC. Esse sono elencate in ordine cronologico come segue.

- ✚ Nel 2011 Capgemini Consulting (Raab e Griffin-Cryan, 2011) definisce la supply chain tradizionale come una combinazione di processi elettronici e documenti cartacei. Le strutture organizzative sono spesso rappresentate da silos funzionali e geografici che non sono propensi a condividere le informazioni apertamente, portando a prestazioni non ottimali. La DSC, d'altra parte, ha la capacità di diffondere informazioni disponibili, garantire una collaborazione e comunicazione superiore attraverso le piattaforme digitali, con conseguente maggiore affidabilità, agilità ed efficacia.
- ✚ Bhargava et al. (2013) affermano che la DSC sia composta da quei sistemi (ad esempio software, hardware, reti di comunicazione) che supportano le interazioni tra le organizzazioni distribuite a livello globale e le attività dei partner nelle catene di approvvigionamento. Queste attività includono l'acquisto, la produzione, la conservazione, la movimentazione e la vendita di un prodotto.
- ✚ Accenture Consulting (Raj e Sharma, 2014) propone come la digitalizzazione abbia il potenziale per trasformare le catene di approvvigionamento rendendo i

servizi più preziosi, accessibili e convenienti. Di conseguenza, è necessaria una nuova prospettiva per le tecnologie digitali al fine di creare nuove opportunità della supply chain. Le organizzazioni dovrebbero immaginare la supply chain come rete di fornitura digitale che non solo unisce flussi fisici di prodotti e servizi, ma anche talenti, informazione e finanza. In senso astratto, persone e dati, così come materiali, prodotti e forniture, devono viaggiare insieme all'interno dell'impresa.

- ✚ Secondo Kinnett (2015), la DSC è una rete intelligente e di valore che sfrutta le evoluzioni tecnologiche e le analisi per creare nuove forme di entrate e di valore aziendale.
- ✚ L'analisi del report preparato da A.T. Kearney e WHU Otto Beisheim School of Management (Schmidt et al., 2015) definisce le DSC come le migliori tecnologie che supportano e sincronizzano i processi lungo la catena di approvvigionamento - compresi i sistemi di magazzino e di trasporto, Radio Frequency Identification (RFID), tecnologie di picking avanzate, sistemi di pianificazione e scheduling innovativi che permettano ad esempio di ridurre gli sprechi nella supply chain e di affrontare un mondo caratterizzato da una domanda volatile e in cui i rischi sono alti.
- ✚ La Digital Supply Chain Initiative (The Digital Supply Chain Initiative, 2015) descrive la DSC come una piattaforma orientata al cliente che cattura e massimizza l'utilizzo di informazioni in tempo reale che emergono da diverse fonti, consentendo di ottimizzare le prestazioni e ridurre al minimo il rischio.
- ✚ Secondo Rouse (2016), la DSC è una catena di approvvigionamento costruita su funzionalità Web. Molte supply chain utilizzano un insieme di processi basati su carta e IT. Una vera DSC va ben oltre questo modello ibrido per sfruttare pienamente connettività, integrazione di sistema e produzione di informazioni derivanti da tali componenti "intelligenti".
- ✚ Cecere (2016) definisce la DSC come un processo che utilizza nuove tecnologie per definire i processi per percepire, rispondere e orchestrare in modo

bidirezionale da un mercato al mercato (dal canale alla rete di fornitori). I processi si muovono in base al mercato.

- ✚ Secondo Korpela et al. (2017) la catena di approvvigionamento digitale (DSC) può essere definita come lo scambio di informazioni strategiche ed operative (finanziario, produzione, design, ricerca e / o competizione) tra i membri della catena per migliorare le comunicazioni.
- ✚ Büyüközkan e Göçer (2018) considerano la DSC come un sistema intelligente che si basa sulla capacità di un'eliminazione massiccia di dati ed eccellente cooperazione e comunicazione per l'hardware digitale, software e reti al fine di supportare e sincronizzare l'interazione tra le organizzazioni rendendo i servizi più preziosi, accessibili ed economici con coerenza, agilità ed efficacia risultati.

Facendo una sintesi di quanto visto in questo paragrafo, una possibile definizione strutturata di DSC è la seguente: la DSC è una rete intelligente e di valore (Kinnett, 2015), che connette hardware, software e reti di comunicazione (Bhargava et al., 2013), consentendo di ottenere una maggiore comunicazione ed integrazione tra le organizzazioni lungo la supply chain ed un miglioramento in termini di affidabilità, agilità, efficacia della catena di approvvigionamento (Raab e Griffin-Cryan, 2011).

1.2 Metodologia di ricerca

Dalla letteratura accademica, pubblicazioni di libri e articoli si evince come il concetto di DSC sia ancora nei suoi primi anni di ricerca e di sviluppo. La comunità scientifica ha mostrato un crescente interesse verso tale tema solo recentemente. Effettivamente, si è assistito un aumento del numero di articoli sulla DSC negli ultimi tre anni. Pubblicazioni rilevanti si trovano con l'aiuto di una dettagliata ricerca con l'obiettivo di raccogliere, organizzare e sintetizzare le conoscenze DSC esistenti. La metodologia complessiva adottata nella ricerca si ispira a quella di Büyüközkan e Göçer (2018) ed è presentata graficamente in Fig. 1. I database scientifici di ricerca online più utilizzati che includono libri, articoli per conferenze, riviste accademiche, report industriali sono i seguenti: Elsevier's Scopus, IEEE Xplore, ScienceDirect (Elsevier), Emerald Management 175, Taylor and Francis, Google Scholar, SpringerLink. Dall'analisi svolta si osserva che in letteratura non esiste un termine univoco per definire la DSC ma essa viene associata anche ad altri termini quali Industry 4.0, Smart Supply Chain, Intelligence Supply Chain, Supply Chain 4.0, Smart Manufacturing Supply Chain, Smart Manufacturing, Intelligent Manufacturing. Partendo dalle parole di ricerca (Search Words), sono state studiate le tecnologie 4.0, le sfide ed i fattori di successo relativi ad esse. Infine, sono stati mostrati i risultati del presente studio e i possibili sviluppi futuri di tale lavoro.



Figura 1: Metodologia di ricerca (Büyüközkan e Göçer, 2018)

1.3 Caratteristiche della Digital Supply Chain

Dal momento che la digitalizzazione sta modificando le catene di approvvigionamento tradizionali, ci sono alcune caratteristiche distinte associate a praticamente ogni DSC. Büyüközkan e Göçer (2018) riportano undici caratteristiche principali che la DSC mira a raggiungere:

Velocità: la velocità con cui vengono consegnate le merci è centrale per i fornitori e per tutti coloro che sono coinvolti nella DSC. Le organizzazioni non solo desiderano ottenere la merce non appena necessario, ma vogliono anche essere in grado di spostarsi nel più breve tempo possibile lungo la supply chain. La capacità di reagire rapidamente alla domanda sarà uno dei pilastri più importanti della DSC ossia come le organizzazioni cercheranno nuovi modi per consegnare rapidamente i prodotti. Ad esempio, Amazon (Prime Air) e Google (Project Wing) hanno testato che attraverso droni di prova è possibile la consegna di pacchi ai clienti in 30 minuti o meno. Potrebbe essere visto come fantascienza per il momento, ma DSC consentirà di ottenere questo tipo di velocità (Penthin e Dillman, 2015; Raj e Sharma, 2014; Hanifan et al., 2014).

Flessibilità: la digitalizzazione nelle catene di approvvigionamento implica la necessità di agilità operativa all'interno delle aziende data la velocità del mutarsi delle situazioni circostanti. Per esempio, l'instabilità politica in Siria, malattie come l'epidemia di ebola nell'Africa occidentale o disastri naturali come terremoti possono essere devastanti. Tuttavia, prevedendo tali eventi o prendendo misure di precauzione adeguate è possibile reagire in modo efficiente ed efficace minimizzando le interruzioni nelle catene di approvvigionamento. Tale flessibilità è permessa dalla DSC rispetto al modello tradizionale di supply chain (Schrauf e Bertram, 2016; Hanifan et al., 2014).

Connettività globale: le organizzazioni devono fornire velocemente beni e servizi in tutto il mondo. È necessario che la supply chain non solo garantisca la fornitura ma sia anche capace di reagire proattivamente a livello globale. La DSC stabilisce un modo per costruire hub globali efficaci per l'approvvigionamento locale di beni e servizi, invece di portarli in tutto il mondo attraverso un unico ordine (Schrauf e Bertram, 2016; Hanifan et al., 2014).

Inventario in tempo reale: la DSC rende la gestione del magazzino più efficiente e monitora continuamente i livelli delle scorte con l'aiuto di una serie di sensori o tramite altre tecnologie avanzate. I consumatori possono effettuare ordini in qualsiasi momento

da qualsiasi luogo, quindi lo stock deve essere monitorato in tempo reale. DSC fornisce questi mezzi necessari grazie all'advanced analytics (Schrauf e Bertram, 2016; Hanifan et al., 2014).

Intelligente: le tecnologie di nuova generazione (smart products) sono dotate di sufficiente potenza di calcolo così che l'auto-apprendimento ed il processo decisionale autonomo potrebbero essere abilitati basandosi su algoritmi definiti. DSC comprende queste funzionalità che consentono di migliorare il processo decisionale, l'esecuzione automatizzata e favoriscono le innovazioni nelle operazioni (Hanifan et al., 2014; Bechtold et al., 2014).

Trasparenza: DSC può consentire alle aziende di agire in modo trasparente e di essere più reattive ad eventuali interruzioni anticipandole, modellando la rete, creando scenari potenzialmente verificabili e regolando la catena istantaneamente al mutarsi degli eventi (Schrauf e Bertram, 2016).

Conveniente: nonostante i costi di investimento iniziali per le nuove tecnologie possano essere alti, la DSC è essenzialmente un modo economico per le organizzazioni, non solo per l'utilizzo dei suoi abilitatori tecnologici ma anche per il processo di gestione della catena di approvvigionamento in quanto crea efficienza in termini di costi per le organizzazioni.

Scalabilità: l'integrazione delle catene di fornitura classiche con la digitalizzazione consente di ottimizzare i processi e di individuare più facilmente anomalie ed errori (Hanifan et al., 2014; Bechtold et al., 2014).

Innovativa: DSC dovrebbe sempre cercare nuovi modi per integrare queste innovazioni nei processi per rimanere competitivi e garantire l'eccellenza nella catena di fornitura.

Proattiva: DSC impone azioni proattive per prevenire le potenziali interruzioni. Questo può essere reso possibile non solo attraverso la risoluzione dei problemi, ma anche identificandoli in anticipo attraverso la ricerca. È necessaria una notevole quantità di conoscenza e una pianificazione per coordinare questi problemi.

Ecologica: le catene di approvvigionamento hanno un certo livello di impatto sull'ambiente. Se DSC non pone abbastanza enfasi sull'ambiente, potrebbe causare problematiche aziendali a causa di una recensione negativa, di leggi ambientali o della consapevolezza pubblica, per citarne alcuni.

Tuttavia, ci sono numerosi ostacoli all'implementazione della DSC sia dalle prospettive manageriali sia dal punto di vista della tecnologia. Nonostante gli attuali investimenti nella tecnologia suggeriscano l'importanza di DSC, esiste ancora un enorme divario tra organizzazioni che si aspettano che la DSC porterà benefici economici sostanziali ed organizzazioni che la percepiscono come una semplice estensione della struttura convenzionale. Tale scetticismo potrebbe essere influenzato dalla mancanza di una definizione e di uno scopo univoco in merito alla DSC ma anche dalla carenza di pubblicazioni su opportunità ed impatti che la DSC potrebbe causare (Büyüközkan e Göçer, 2018).

1.4 Tecnologie della Digital Supply Chain

In questo paragrafo si studia l'impatto delle tecnologie digitali sulla supply chain, dimostrando non solo come esse abbiano un potenziale per migliorare le varie fasi che caratterizzano le catene di approvvigionamento, ma anche dubbi e perplessità che attualmente ne limitano la loro applicazione. Dalla ricerca sono state identificate 11 tecnologie: Additive Manufacturing, Internet of Things, Industrial Internet of Things, Big Data, Cloud Computing, Cloud Manufacturing, Cobots, Unmanned Aerial Vehicles, Augmented Reality e Virtual Reality, Blockchain e Artificial Intelligence.

1.4.1 Additive Manufacturing

L' Additive Manufacturing (nota anche come stampa 3D, digital manufacturing e rapid manufacturing) si riferisce ad un insieme di tecnologie e processi di produzione che consentono agli utenti di creare un oggetto tangibile da un modello tridimensionale digitale (Hopkinson et al., 2006; Lipson e Kurman, 2013; Gibson et al., 2015). A differenza dei tradizionali ("sottrattivi") processi di produzione, tale la tecnologia consente agli utenti di costruire prodotti altamente complessi da una grande varietà di materiali (ad esempio plastica, metallo, ceramica, pietra arenaria, resina, materiale biologico e sostanze alimentari), mentre richiede poca o nessuna riqualificazione da un lavoro ad un altro o da un prodotto ad un altro (Tuck et al., 2007; Conner et al., 2014; Kietzmann et al., 2015). Il processo di produzione di AM inizia con la scansione di un

oggetto per generare un modello CAD 3D con tutti i suoi dettagli e dimensioni (Khajavi et al., 2014). Il file CAD 3D è trasformato in un file di formato STL, che può essere elaborato direttamente dalla macchina da stampa AM. Ogni fetta del file STL rappresenta una sezione trasversale bidimensionale (2D) dell'oggetto da produrre. Questi livelli 2D sono inviati uno strato alla volta alla macchina da stampa che produce l'oggetto ponendo ogni strato sopra il precedente, utilizzando diversi metodi di solidificazione pertinenti alla materia prima utilizzata (Kruth et al., 1998; Gibson et al., 2015). Il processo può richiedere da alcuni a qualche giorno, a seconda delle dimensioni del prodotto e della precisione della produzione richiesta (Khajavi et al., 2014). La Fig. 2 rappresenta i passaggi coinvolti nel processo di stampa 3D dalla creazione del modello CAD alla fabbricazione del componente.

Nonostante la sua esistenza da più di tre decenni, ha guadagnato popolarità solo recentemente (Pour et al., 2016), in particolare in settori che producono prevalentemente piccoli lotti di produzione e/o richiedono la personalizzazione (Rogers et al., 2016; Zhang, Bernard et al., 2014), come la medicina (Rengier et al., 2010), il settore aerospaziale (PwC, 2013), i beni di consumo su misura (Manyika et al., 2013), il settore automobilistico (Bikas et al., 2016). La natura di tale tecnologia consente alle aziende di esternalizzare completamente sia la progettazione sia la produzione ad un fornitore di servizi di stampa 3D, raccogliendo i vantaggi della stampa 3D senza subire inconvenienti quali l'elevato costo di acquisizione della macchina ed il rischio di obsolescenza tecnologica (Berman, 2012; Rayna e Striukova, 2016). Questi benefici sono riportati nella Tabella 1.



Figura 2: Il processo di Additive Manufacturing [2]

Tabella 1: Impatti AM sulla supply chain (adattata da Rogers et al., 2016)

Fattore	Descrizione	Autore
Costi di setup e costi di errore	I costi associati all'acquisizione di attrezzature, alla necessità di personale qualificato e alle stampanti AM sono trasferiti al fornitore di servizi.	Hopkinson et al. (2006); Gibson et al. (2015)
Costi unitari	La produzione additiva può ridurre i costi unitari producendo in piccoli lotti prodotti personalizzati o più complessi, massimizzando i tassi di utilizzo delle stampanti e delle camere di processo, operando su diverse macchine con un personale limitato e riciclando materiale di supporto.	Hopkinson e Dickens (2003); Atzeni e Salmi (2012); Lindemann et al. (2012); Gebler et al. (2014); Gibson et al. (2015); Baumers et al. (2016); Sasson e Johnson (2016); Thomas (2016); Attaran (2017)
Costi di magazzino e logistica	Esternalizzando la produzione le aziende possono ridurre il magazzino al minimo, i costi associati al trasporto ed alla movimentazione dei prodotti.	Holmström et al. (2010); Manners-Bell e Lyon (2012); Huang et al. (2013); Silva e Rezende (2013); Mohr e Khan (2015); Attaran (2017)
Volume	Una rete di servizi di stampa 3D consentirebbe alle aziende di alternare tra bassi ed alti volumi di produzione, a seconda della domanda.	Hopkinson et al. (2006); Conner et al. (2014); Sasson e Johnson (2016); Holmström et al. (2010)
Capacità	I servizi possono garantire qualsiasi specifica nei limiti di ciò che è tecnologicamente fattibile.	Holmström et al. (2010); Gibson et al. (2015)
Specializzazione	Le imprese possono scegliere di impiegare un servizio altamente specializzato per soddisfare le esigenze di settori specifici.	Lipson e Kurman (2013); Mellor et al. (2014); Gress e Kalafsky (2015)
Posizione	I fornitori di servizi locali sono in grado di produrre prodotti più vicini al punto di vendita o al consumatore.	Holmström et al. (2010); Gress e Kalafsky (2015); Petrick e Simpson (2013)
Customizzazione del prodotto	Oltre alla stampa di prodotti personalizzati, i fornitori di servizi possono offrire ulteriori opzioni di personalizzazione per i clienti.	Hopkinson et al. (2006); Berman (2012); Manners-Bell e Lyon (2012); Conner et al. (2014); Kietzmann et al. (2015)
Complessità del prodotto	Si realizzano prodotti più complessi, senza costi aggiuntivi eccetto il costo dei materiali.	Hopkinson et al. (2006); Conner et al. (2014)
Agilità del prodotto	Le aziende possono rispondere rapidamente ai cambiamenti del mercato, cambiando dinamicamente il portafoglio prodotti ed i fornitori di servizi.	Holmström et al. (2010); Lipson e Kurman (2013); Conner et al. (2014)
Time to market	Esternalizzando la produzione, le aziende possono concentrarsi su competenze quali la progettazione del prodotto, riducendo i tempi di immissione del nuovo prodotto sul mercato.	Holmström et al. (2010); Lipson e Kurman (2013); Attaran (2017).
Sostenibilità	Combinando l'efficienza offerta da AM con la capacità dei servizi di produrre just-in-time, la vicinanza al cliente da parte dei fornitori avrà un significativo impatto positivo sull'ambiente.	Berman (2012); Huang et al. (2013); Gebler et al. (2014); Gress e Kalafsky (2015); Mohr e Khan (2015); Attaran (2017)

Tuttavia, anche se la stampa 3D potrebbe potenzialmente creare catene di approvvigionamento più snelle, più agili, più reattive, più economiche, più sostenibili e meno dispendiose (Hopkinson et al., 2006; Tuck et al., 2007; Holmström et al., 2010; Gebler et al., 2014; Kietzmann et al., 2015, Despeisse et al., 2017), i produttori non sono ancora convinti di poter sostituire completamente i processi di produzione tradizionali, in particolare relativamente agli alti volumi di produzione o quando il costo è una misura di prestazioni chiave (PwC, 2016a). Almeno nel breve e medio termine, si prevede che l'AM piuttosto che sostituire i processi produttivi tradizionali, tenderà ad integrarsi con essi (Holweg, 2015; Bogers et al., 2016; Sasson e Johnson, 2016).

1.4.2 Internet of Things

L'Internet of Things (IoT) come termine è in circolazione da circa 20 anni ed è apparso per la prima volta nel 1999. Esso è stato coniato nel contesto della gestione della supply chain da Kevin Ashton (Ashton, 2009), individuando un modo per migliorare le prestazioni aziendali attraverso il collegamento della tecnologia dell'informazione RFID ad Internet (Gubbi et al., 2013). Non esiste una definizione comune per l'IoT ma semplicemente si riferisce all'integrazione di oggetti fisici che comunicano tra loro e che attraverso Internet raggiungono alcuni obiettivi utili (Botta et al., 2016; Whitmore et al., 2015; Wortmann e Flüchter, 2015). Internet of Things è una piattaforma tecnologica in crescita, ampiamente diffusa in una rete integrata di dispositivi intelligenti e autonomi, finalizzati ad aumentare la produttività, l'efficienza e la redditività utilizzando l'analisi predittiva e le tecnologie dei big data (Kamble et al., 2018; Wong e Kim, 2017; Rose et al., 2015). Concettualmente, l'IoT attraverso reti prive di errori mira a connettere ogni "Cosa" indipendente da luogo, tempo e movimento (Baldini et al., 2018). A livello mondiale, 50 miliardi di dispositivi faranno parte della rete IoT nell'anno 2020 (DHL, 2015). Esempi di piattaforme IoT includono GE Predix, ThingWorx di PCT, Watson IoT di IBM, Azure IoT di Microsoft, C3 IoT, AWS IoT di Amazon, Cisco IoT Cloud, Oracle Cloud e Google IoT Cloud (Yang et al., 2019).



Figura 3: Dispositivi IoT [3]

Tra le tecnologie abilitanti che contribuiscono al rapido sviluppo e implementazione dei sistemi IoT, si includono RFID, reti di sensori wireless (WSN), mobile computing, cloud computing, realtà virtuale e big data analytics (Yang et al., 2019):

RFID: tali sistemi sono stati utilizzati in modo prominente per il tracciamento del processo di lavoro, il controllo dell'inventario e la gestione della visibilità della supply chain (Saygin et al., 2007; Michael e McCathie, 2005; Da Xu et al., 2014).

WSN: utilizzano principalmente sensori autonomi distribuiti spazialmente per rilevare e monitorare l'ambiente e la dinamica operativa di un sistema complesso.

Mobile computing: si intende l'integrazione di smartphone e tablet con i sistemi IoT ad esempio, incorporando sensori o telecamere nel telefono, in modo da migliorare le modalità di rilevamento, le capacità di elaborazione delle informazioni e fornire migliori decisioni e servizi in tempo reale.

Cloud computing: grazie a caratteristiche quali archiviazione, gestione ed analisi dei dati, il cloud computing consente ai sistemi IoT di ottenere l'accesso onnipresente al computer e l'archiviazione di risorse condivise, superando i limiti delle risorse di calcolo e della capacità di archiviazione.

Realtà virtuale e realtà aumentata: l'integrazione di VR e AR con i sistemi IoT favorisce l'utilizzo delle risorse, la formazione del lavoro, la diagnosi delle cause alla radice e la manutenzione.

Big Data Analytics: l'analisi dei big data fornisce metodi efficienti ed efficaci e strumenti per gestire i dati dell'IoT su larga scala, per elaborare le informazioni e controllare il processo di fabbricazione.

Durante la progettazione dell'architettura IoT, si devono considerare vari fattori come l'estensibilità, la scalabilità e l'interoperabilità in modo da garantire una transizione senza problemi e un'integrazione dei dispositivi di rete eterogenei distribuiti lungo l'intera catena di approvvigionamento (Li et al., 2015). Una tipica “architettura orientata al servizio” dell'IoT è illustrata in Fig. 4 e consiste nei seguenti quattro livelli elencati (Kamble et al., 2018):

- Livello di rilevamento, che è combinato con l'hardware (tra cui RFID, sensori, attuatori), per rilevare e controllare sistemi fisici e raccogliere i dati.
- Livello di rete, integra virtualmente ogni entità e condivide le informazioni tra loro fornendo un supporto necessario alla rete e la trasmissione dati.
- Livello di servizio, genera e controlla i servizi basati sulla tecnologia offrendo funzionalità per integrare perfettamente servizi e applicazioni nell'IoT.
- Il livello di interfaccia facilita l'interazione tra utenti e altre applicazioni.

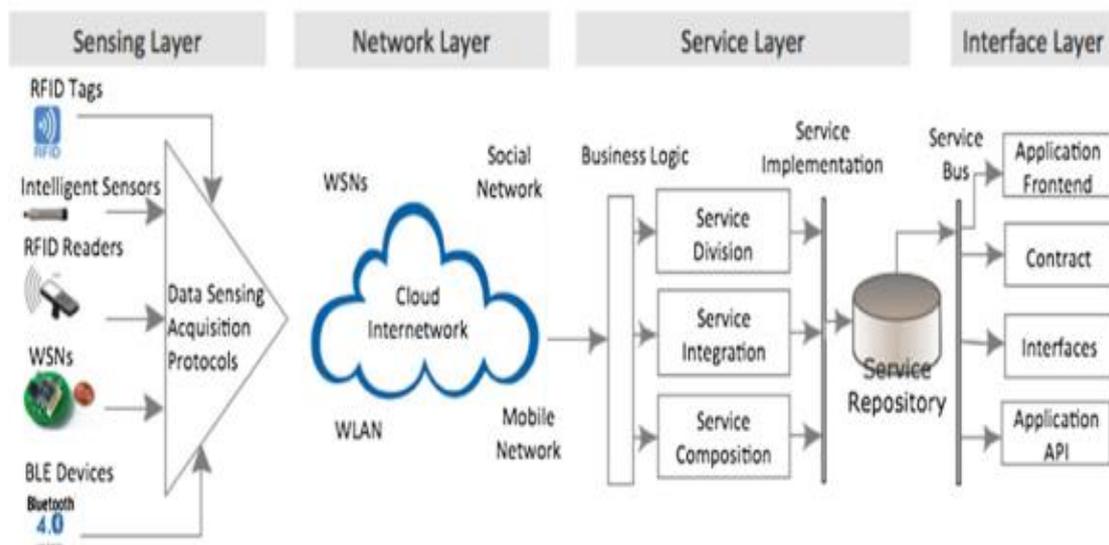


Figura 4: Architettura per l'IoT orientata al servizio (Li et al., 2015)

Crescono prove empiriche sull'impatto dell'IoT sulla gestione della catena di approvvigionamento (Delen et al., 2007; Sarac et al., 2010; Lozano-Nieto, 2012; Reaidy et al., 2015; Yan, 2017; Yan et al., 2018; Gu, 2017), in particolare sulle supply chain alimentari e manifatturiere (Ben-Daya et al., 2019). Esse sono sintetizzate nella Tabella 2.

Tabella 2: Vantaggi IoT sulla supply chain

Fattore	Descrizione	Autore
Tracciabilità	Consente la tracciabilità dei prodotti grazie alla trasparenza e visibilità delle informazioni e materiali.	Sun (2012); Ting et al. (2010); Xu et al. (2012); Verdouw et al. (2013); Geerts e O'Leary (2014); Uddin e Al Sharif (2016); Majeed e Rupasinghe (2017)
Costo	Riduzione dei costi e aumento della soddisfazione del cliente.	Parry et al. (2016); Dweekat e Park (2016); Gunasekaran et al. (2017); Haddud et al. (2017)
	Migliora gli standard della qualità e riduce gli sprechi.	Ferreira et al. (2010); Sund et al. (2011); Harris et al. (2015); Pang et al. (2015); Shih e Wang (2016)
Prestazioni	Affidabilità, agilità, reattività della supply chain.	Atzori et al. (2010); Xu (2011); Bi et al. (2014); Reaidy et al. (2015); Dweekat et al. (2017)
	È possibile raccogliere una grande quantità di informazioni, trasferirle, archivarle e condividerle in tempo reale tra le varie organizzazioni, monitorando i rischi e migliorando le prestazioni.	Da Xu et al. (2014); Macaulay et al. (2015); Mann (2015); Gnimpieba et al. (2015); Ferretti e Schiavone (2016); Dweekat et al. (2017); Rezaei et al. (2017); Yan et al. (2018);
Soddisfazione cliente	Pianificazione strategica, differenziazione del prodotto e maggiore flessibilità.	Ng et al. (2015); Yu et al. (2015)
	Aumenta il ciclo vita del prodotto e la soddisfazione del cliente grazie alla manutenzione preventiva in remoto.	Chukwuekwe et al. (2016)
Monitoraggio	Il monitoraggio dell'inventario consente un risparmio dei tempi, visibilità in tempo reale, uso efficiente dello spazio e delle risorse, consegne puntuali, magazzino più accurato e riduzione di furti e smarrimenti.	Lou et al. (2011); Chen et al. (2013a); Chen et al. (2013b); Yan et al. (2014); Reaidy et al. (2015); Qiu et al. (2015); Choy et al. (2017)
	Le informazioni sono immediatamente accessibili ai partner della supply chain tramite una varietà di dispositivi (tablet, telefono cellulare, PC notebook), consentendo il monitoraggio delle operazioni e del processo decisionale in tempo reale.	Ben-Daya et al. (2019)
	È possibile monitorare e mantenere l'integrità del ciclo di vita del prodotto portando vantaggi sulla logistica di ritorno.	Martínez-Sala et al. (2009); Kiritsis (2011); Xing et al. (2011); Parry et al. (2016); Paksoy et al. (2016); Fang et al. (2016)

Tuttavia, molte imprese non hanno ancora deciso di abbracciare tale tecnologia in quanto non comprendono i potenziali guadagni che possono ottenere dall'adozione dell'IoT (Da Xu et al., 2014; Lee e Lee, 2015; Ryan e Watson, 2017). Inoltre, vi sono ostacoli legati alla necessità di dipendenti che possiedano le conoscenze e le competenze richieste (Hung, 2016; Ryan e Watson, 2017), al dover incorporare nuove tecnologie in ambienti aziendali esistenti (Dijkman et al., 2015; Hognelid e Kalling, 2015; Pfisterer et al., 2016) e alla mancanza di uno sviluppo di standard di governo globale (Tao et al., 2014; Riggins e Wamba, 2015; Tan e Koo, 2014). Altre barriere all'utilizzo dell'IoT sono il rischio e le variabilità legate alla sicurezza dei dispositivi IoT a causa della mancanza di una crittografia di trasporto, interfacce Web non sicure, protezione del software inadeguata e autorizzazione insufficiente (Lee e Lee, 2015; Reaidy et al., 2015; Riggins e Wamba, 2015).

1.4.3 Industrial Internet of Things

L'IoT nel contesto dell'Industria 4.0 è comunemente indicato come Industrial Internet of Things (IIoT) e si rivolge all'applicazione dell'IoT in un contesto industriale (Wang, Wan et al., 2016).

IIoT non si riferisce solo alla rete degli oggetti fisici nell'industria ma include anche le rappresentazioni digitali di prodotti, processi e infrastrutture di produzione come modelli 3D o modelli di comportamento fisici delle macchine (Jeschke et al., 2017). Secondo Bauer et al. (2014), l'IIoT è costituito dalla "connessione in tempo reale capace, intelligente, orizzontale e verticale di persone, macchine, oggetti e sistemi di informazione e comunicazione per gestire dinamicamente sistemi complessi". Boyes et al. (2018) hanno definito Industrial Internet of Things come un sistema che comprende smart-objects nella rete, asset cyber-fisici, tecnologie di informazione e piattaforme opzionali di cloud computing, che consente l'accesso, la raccolta, l'analisi, la comunicazione e lo scambio in tempo reale, intelligente e autonomo di informazioni su processi, prodotti e/o servizi, all'interno dell'ambiente industriale, in modo da ottimizzare il valore complessivo della produzione. Questo valore può includere il miglioramento della fornitura di prodotti o servizi, l'aumento della produttività, la riduzione dei costi di gestione, del consumo energetico e dei tempi di ordinazione.

A causa della loro integrazione nella produzione industriale, sono anche etichettati come Cyber-Physical Production Systems o CPS (Schlechtendahl et al., 2015), ossia sensori, unità di elaborazione dati ed attuatori che consentono la fusione del mondo reale e virtuale ed abilitano il trasferimento dei dati in tempo reale (Lee et al., 2015).

Analizzando la letteratura, si riscontrano pochi articoli che parlano di Industrial Internet of Things. L'IIoT influenza positivamente aspetti economici, ecologici ed ambientali (Kiel et al., 2017b; Peukert et al., 2015), in particolare portando valore agli ambiti applicativi legati alla produzione ed alla logistica (Tabella 3). Nonostante ciò, esso può comportare aspetti negativi dell'incertezza, come l'indebolimento della privacy, aumento della complessità dei sistemi di produzione e creazione di nuovi concorrenti (Britton, 2016; Dickenson, 2015; Geisberger e Broy, 2015; Malina et al., 2016). Inoltre, c'è un dibattito sul fatto che porterà ad un aumento o diminuzione dei posti di lavoro (Bonekamp e Sure, 2015), con conseguente richiesta di nuovi lavoratori qualificati (Gabriel e Pessel, 2016). Nella Tabella 3 sono descritti i benefici e le perplessità legate all'applicazione dell'IIoT.

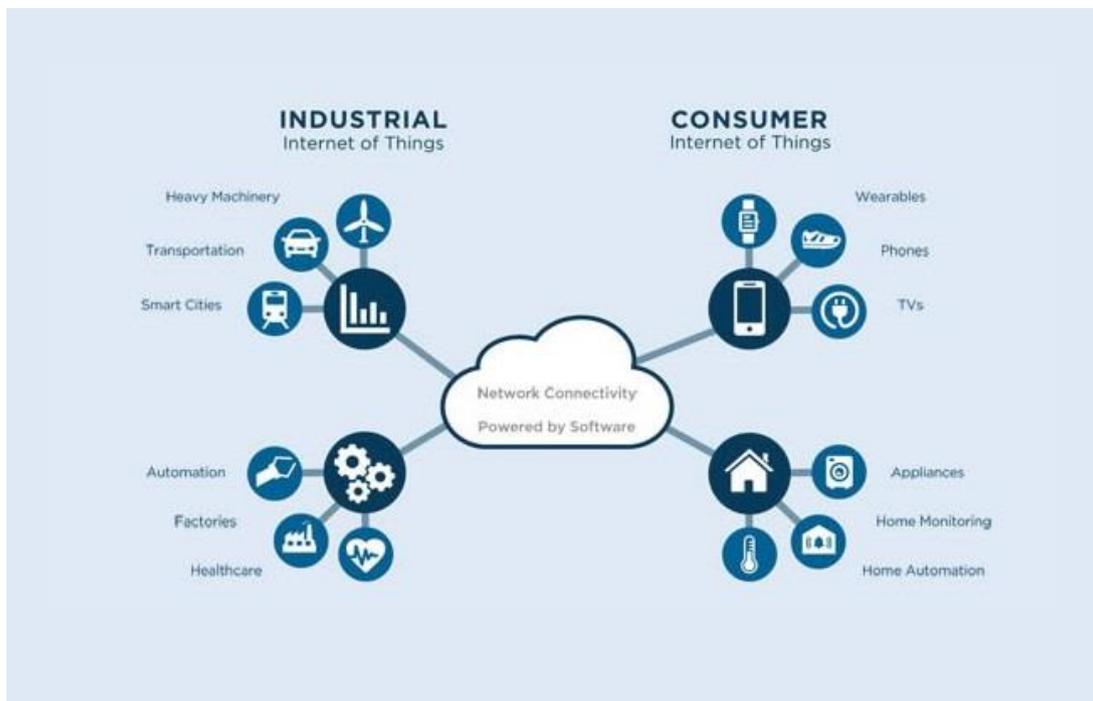


Figura 5: Differenze tra IIoT e IoT [4]

Tabella 3: Impatti IIoT sulla supply chain

Fattore	Descrizione	Autore
Logistica	Riduce i tempi di consegna, di stoccaggio ed i costi della logistica.	Gabriel e Pessel (2016); Oesterreich e Teuteberg (2016); Zhou et al. (2017); Hofmann e Rüsç (2017)
	Aumenta la trasparenza dei processi della logistica intra-aziendale e inter-aziendale.	Schuhmacher e Hummel (2016)
Produzione	Riduzione delle interruzioni in quanto facilita il monitoraggio, la manutenzione predittiva, la diagnosi remota ed il controllo degli impianti di produzione.	Lee et al. (2013); Kirazli e Hormann (2015)
	Ottimizza i sistemi di produzione in merito a costi, affidabilità, tempo, qualità, efficienza.	Kagermann et al. (2013); Oesterreich e Teuteberg (2016)
Economico	Crea valore, flessibilità e personalizzazione dei prodotti.	Kalva (2015); Kagermann et al. (2013); Lasi et al. (2014); Kiel et al. (2017a)
	È considerato un modello redditizio per l'impresa.	Lee et al. (2014); Amshoff et al. (2015); Ehret e Wirtz (2017)
Struttura organizzativa	Richiedono grandi investimenti in infrastrutture IT.	Kagermann et al. (2013); Dijkman et al. (2015); Laudien e Daxböck (2016)
	Può creare nuovi modelli di business e richiedere una trasformazione organizzativa.	Arnold et al. (2016); Tesch et al. (2017);
	Facilita una nuova forma di relazioni business-to-business-to-customer (B2B2C) che sono caratterizzate da un raggiungimento diretto dei clienti finali.	Pfoertsch e Chen (2011); Burmeister et al. (2016)
	Consente interazioni e consultazioni più dirette tra fornitori e clienti.	Kagermann et al. (2013); Kans e Ingwald (2016)
	Abilita la fusione del mondo reale e virtuale con conseguente trasferimento dei dati in tempo reale.	Lee et al. (2015)
Ambientale/ Ecologico	Riduce le errate consegne, i tempi di attesa e le merci danneggiate, migliorando il consumo delle risorse.	Qiu et al. (2015)
	Consente la creazione di reti, il riutilizzo di risorse e strumenti, nonché l'adeguamento di macchine.	Stock e Seliger (2016)
	Collocando la produzione più vicino a dove vengono acquistati i prodotti e le attrezzature di produzione, si riducono i costi di trasporto e l'impatto ambientale.	Müller et al. (2017)
Risorse	Le capacità sensoriali dell'essere umano compensano l'imperfezione dei CPS nell'analizzare il proprio ambiente.	Bonekamp e Sure (2015)
	Cresce la richiesta di dipendenti qualificati su sviluppo software e competenze tecniche; con l'automazione si prevede un cambiamento dei ruoli degli impiegati nonché necessità di formazione.	Gabriel e Pessel (2016); Stock e Seliger (2016); Erol et al. (2016)

1.4.4 Big Data

Il concetto di big data è stato inserito per la prima volta da Cox ed Ellsworth nell'ottobre 1997 (GilPress, 2012). Da allora, ha attirato grande attenzione sia dal mondo accademico sia dai professionisti. Sulla base dello studio fornito da diversi autori (Addo-Tenkorang e Helo, 2016; Tiwari et al., 2018; Nguyen et al., 2018) è stato analizzando il numero di articoli disponibili in letteratura relativi ai big data e alla loro applicazione nella supply chain tra il 2011 ed il 2019 (Figura 6). Si è riscontrato non solo un vasto numero di articoli disponibili in letteratura ma anche un notevole miglioramento negli ultimi quattro anni.

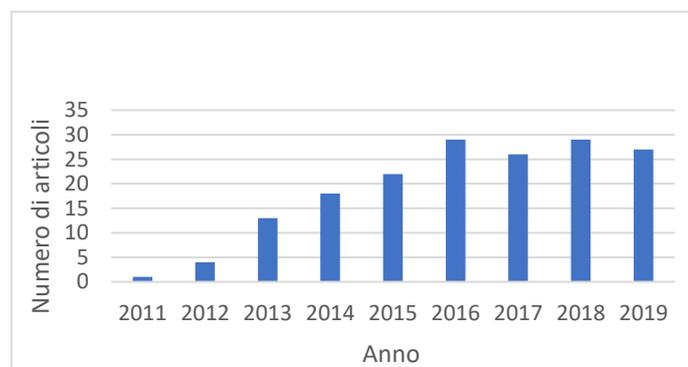


Figura 6: Pubblicazioni sui Big Data

Tra le diverse definizioni di BD riportate in letteratura, Beyer e Laney (2012) li definiscono come un volume elevato, ad alta velocità e ad alta varietà di dati che vengono utilizzati nel processo decisionale e che richiedono tecniche innovative per gestirli. Altri autori (Sun et al., 2015) hanno dichiarato che BD sia un tipo speciale di dati di grandi dimensioni ed è impossibile archivarli, gestirli ed analizzarli tramite un sistema convenzionale ma richiedono un tipo speciale di tecnica analitica. Lo studio dei big data è in continua evoluzione ed espansione, e gli attributi principali dei BD sono ora espansi nel concetto di "5 V" ossia volume, velocità, varietà, verifica / veridicità e valore (Addo-Tenkorang e Helo, 2016; White, 2012; Cheng et al., 2016; Fosso Wamba et al., 2015; Gupta e George, 2016; Richey et al., 2016).

Volume: il volume riflette la dimensione dei dati. Infatti, i big data sono stati definiti come enormi o complessi insiemi di dati, che ha un gamma di Exabyte e altro ancora, superando lo spazio di un sistema tradizionale di archiviazione, elaborazione, gestione, interpretazione e registrazione (Kaisler et al., 2013).

Varietà: la varietà si riferisce all'eterogeneità strutturale in un set di dati (Gandomi e Haider 2015). Rivenditori e produttori nella supply raccolgono i dati da fonti diverse come database aziendali, tag RFID, posizioni GPS, tessere dei clienti e POS, sensori, dati provenienti dai social media, notifiche e posizioni di telefoni cellulari e Internet (Zakir et al., 2015; Raman et al., 2018; Zhong et al., 2015; Shankar, 2015; Choi et al., 2018; Gandomi e Haider, 2015; Swaminathan, 2018).

Velocità: la velocità si riferisce alla velocità con cui i dati vengono generati, analizzati ed utilizzati (Gandomi e Haider, 2015).

Veridicità: la veridicità riflette l'affidabilità in merito alla fonte dei dati nonché la loro qualità ed importanza (White, 2012; Gandomi e Haider, 2015).

Valore: il valore rappresenta i vantaggi economici (Wamba et al., 2015) transazionali, strategici e informativi dei big data (Akter et al., 2016).

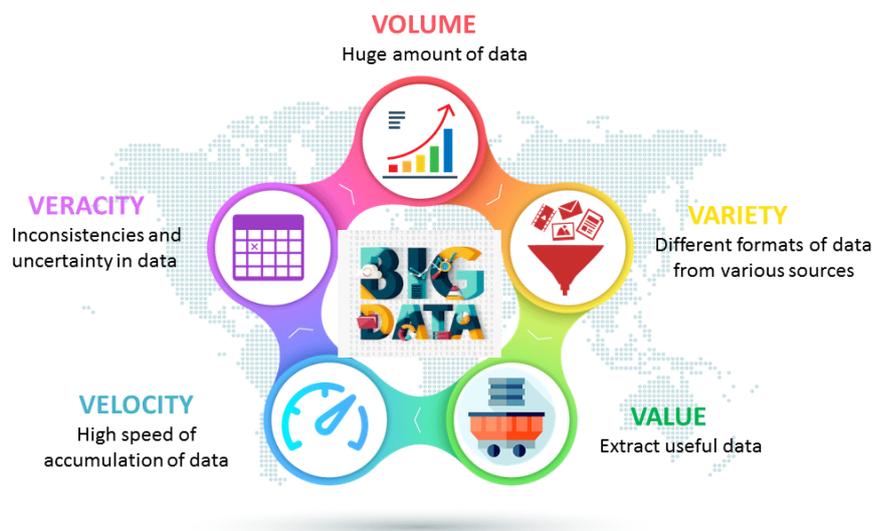


Figura 7: Le 5V dei Big Data [5]

La Big Data Analytics (BDA) è una tecnica analitica avanzata di gestione dei dati (indicata come Supply Chain Management data science) ed include l'applicazione di analisi quantitative e qualitative su un vasto volume di dati strutturati e non strutturati quali l'analisi predittiva (Schoenherr e Speier-Pero, 2015), l'analisi aziendale, l'analisi dei big data e l'analisi della supply chain (Wang et al., 2016). I benefici derivanti dall'utilizzo dei BD nella supply chain sono specificati nella Tabella 4.

Tabella 4: Benefici BD sulla supply chain

Fattore	Descrizione	Autore
Approvvigionamento strategico	Consente di ottenere informazioni più accurate nella fase di selezione dei fornitori.	Jin e Ji (2013); Panchmatia (2015)
Gestione delle scorte	Garantisce un'integrazione continua della catena di fornitura, raccoglie le interrelazioni tra i dati, ottimizza le decisioni di ordinamento dell'inventario.	Burnson (2013); Cohen (2015); Wang et al. (2016); Sharma e Garg (2016)
Progettazione e sviluppo prodotto	Può migliorare l'adattabilità del prodotto, aiutare il progettista nel capire le esigenze dei clienti e prevedere le tendenze.	Johanson et al. (2014); Afshari e Peng (2015); Peristeris e Redzepovic (2015); Jin et al. (2016)
Produzione	Migliora l'efficienza produttiva e supporta la pianificazione e la previsione.	Zhong et al. (2014); Stich et al. (2015); Katchasuwanmanee et al. (2016); Hofmann (2017)
Prestazioni	L'analisi dei dati consente di avere impatto positivo su agilità, reattività, sostenibilità e prestazioni della supply chain, ridurre i costi di inventario ed i costi operativi, migliorare l'efficienza operativa, le capacità operative e strategiche ed avere un impatto positivo sul rendimento finanziario dell'azienda.	Balar et al. (2013); Klindokmai et al. (2014); Hepler (2015); Metzger et al. (2014); Giannakis e Louis (2016); Wang et al. (2016); Hazen et al. (2016); Navickas e Gružauskas (2016); Wu et al. (2017b); Zhao et al. (2017); Jain et al. (2017); Singh et. al (2018); Akter et al. (2016); Gunasekaran et al. (2017); Papadopoulos et al. (2017)
Soddisfazione clienti	Assicura la soddisfazione clienti esaminando i comportamenti di acquisto, migliorando la pianificazione della domanda, riducendo i tempi di consegna.	Das (2012); Metzger et al. (2014); Shankar (2015); Zhong et al. (2015); Kim e Shin (2016); Jain et al. (2017); Singh et.al (2018)
Meccanismi di prezzo	Si possono ottenere modelli di pricing e prestazioni migliori grazie agli strumenti di tracciamento che utilizzano dati sensoriali e di tracciamento.	Sipahi e Timor (2010); Li e Wang (2017)
Competitività	Consente di ottenere vantaggio competitivo migliorando l'efficacia, l'efficienza, il processo decisionale, il valore aggiunto dei servizi e la qualità dei prodotti. Inoltre, l'analisi predittiva dei dati permette di estrarre nuove idee o conoscenze sui loro prodotti, clienti e mercati.	Klein et al. (2007); Tambe (2014); Hazen et al. (2014); Coussement et al. (2015); Opresnik e Taisch (2015); Tan et al. (2015); Pape (2016); Kache e Seuring (2017); Jain et al. (2017); Hazen et al. (2016); Kunc e O'Brien (2019);
Gestione del rischio	Agevola l'identificazione, la valutazione, il monitoraggio e la gestione dei rischi.	Blanchard (2014); Schlegel (2014); Leveling et al. (2014); Fan et al. (2015); Wang et al. (2016)

Nonostante la consapevolezza dell'analisi dei Big Data a vantaggio della gestione della supply chain e del processo decisionale, molte aziende hanno avuto difficoltà ad adottare i BD (nella Tabella 5 sono elencati i motivi di tale difficoltà).

Tabella 5: Ostacoli ai BD (adattata da Moktadir et al., 2019)

Fattore	Descrizione	Autore
Barriere legate alla tecnologia	La mancanza di strumenti BDA appropriati può rallentare la regolare produzione.	Moktadir et al. (2019)
	L'alto costo delle nuove tecnologie.	Moktadir et al. (2019)
	La mancanza di infrastrutture specifiche: la maggior parte delle tecnologie attuali non è ancora in grado di soddisfare gli attuali requisiti infrastrutturali.	Alharthi et al. (2017); Malaka e Brown (2015a); Malaka e Brown (2015b)
Barriere legate alle competenze ed agli investimenti	La mancanza di personale IT esperto può aumentare gli errori di immissione dei dati, perdita di dati, mal interpretazione nell'analisi dei dati.	Pearson et al. (2014); Malaka e Brown (2015a); Malaka e Brown (2015b); Schoenherr e Speier-Pero (2015); Alharthi et al. (2017)
	BDA potrebbe richiedere un notevole investimento nella registrazione e conservazione dei dati.	Malaka e Brown (2015b)
	Mancanza di finanziamenti per facilitare nuovi lo sviluppo di nuovi software e hardware per BDA.	Moktadir et al. (2019)
	Mancanza di interesse nel collaborare con le istituzioni educative per ricercare i problemi esistenti e sviluppare gli strumenti della BDA.	Moktadir et al. (2019)
	Poche ricerche relative a come le applicazioni BD possono influenzare la supply chain.	Waller e Fawcett (2013); Richey et al. (2016)
Barriere relative ai dati	Varietà di dati provenienti da fonti diverse possono creare complessità nell'integrazione dei dati.	Fallik (2014); Malaka e Brown (2015a); Malaka e Brown (2015b); Alharthi et al. (2017)
	La qualità dei dati varia a seconda del tipo di origine dei dati, supporti di memorizzazione, aziende e così via.	Hazen et al. (2014); Malaka e Brown (2015a); Malaka e Brown (2015b); Alharthi et al. (2017)
	La sicurezza e la privacy dei dati sono uno dei principali ostacoli per le aziende per poter competere nel mercato globale.	Malaka e Brown (2015a); Malaka e Brown (2015b); Alharthi et al. (2017)
	L'analisi dei big data richiede massicce prestazioni e scalabilità.	Malaka e Brown (2015b)
Barriere organizzative	La mancanza di politiche di condivisione dei dati tra organizzazioni.	Moktadir et al. (2019)
	L'assenza di strutture adeguate di formazione per i dipendenti.	Malaka e Brown (2015b); Schoenherr e Speier-Pero (2015)
	I vincoli temporali sono uno dei maggiori problemi nella gestione di nuovi progetti.	Zhong et al. (2016); Malaka e Brown (2015a, 2015b)
	I BD richiedono grandi investimenti ed uno sforzo aggiuntivo.	Moktadir et al. (2019)

1.4.5 Cloud Computing

Il National Institute of Standards and Technology ha definito il Cloud Computing come un modello per abilitare, tramite la rete, l'accesso diffuso, agevole e su richiesta, ad un insieme condiviso e configurabile di risorse di elaborazione (ad esempio reti, server, memoria, applicazioni e servizi) che possono essere acquisite e rilasciate rapidamente e con minimo sforzo di gestione o di interazione con il fornitore di servizi (Mell e Grance, 2011). Il Cloud Computing si sta attualmente estendendo a un'ampia varietà di funzioni aziendali, come la produzione (Ahn et al., 2019, Liu et al., 2019, Moghaddam e Nof, 2018; Yang et al., 2016) o la gestione della catena di approvvigionamento (Bruque Camara et al., 2015; Yang et al., 2016; Zhang et al., 2016).

Nel Cloud Computing si possono distinguere tre diversi tipi di modelli di servizio (Mell e Grance, 2011; Ryan e Loeffler, 2010):

- infrastruttura come servizio (IaaS), che consiste nel condividere dati o infrastrutture informatiche in modo tale da poter essere utilizzate come servizio;
- piattaforma come servizio (PaaS), che è la consegna di piattaforme complete per lo sviluppo e l'implementazione di applicazioni;
- software as a service (SaaS), che comporta la fornitura di software online come servizio da utilizzare su base on-demand.

Questi modelli di servizio (Mell e Grance, 2011; Ryan e Loeffler, 2010) possono essere organizzati in quattro modelli di implementazione:

- ✚ cloud privato, a livello interno in una sola organizzazione;
- ✚ cloud comunitario, in cui un gruppo di partner commerciali sono strettamente collegati in modo tale da condividere le risorse chiave;
- ✚ cloud pubblico, che viene distribuito dai fornitori che offrono i loro servizi alla comunità imprenditoriale;
- ✚ cloud ibrido, quando vengono combinati sia i modelli pubblici che quelli privati.

Il CC è composto da cinque caratteristiche essenziali, tra cui self service su richiesta, ampio accesso alla rete, condivisione delle risorse, elasticità rapida e servizio misurato (Mell e Grance, 2011; Liu et al., 2016; Yang, Shen e Wang, 2018).

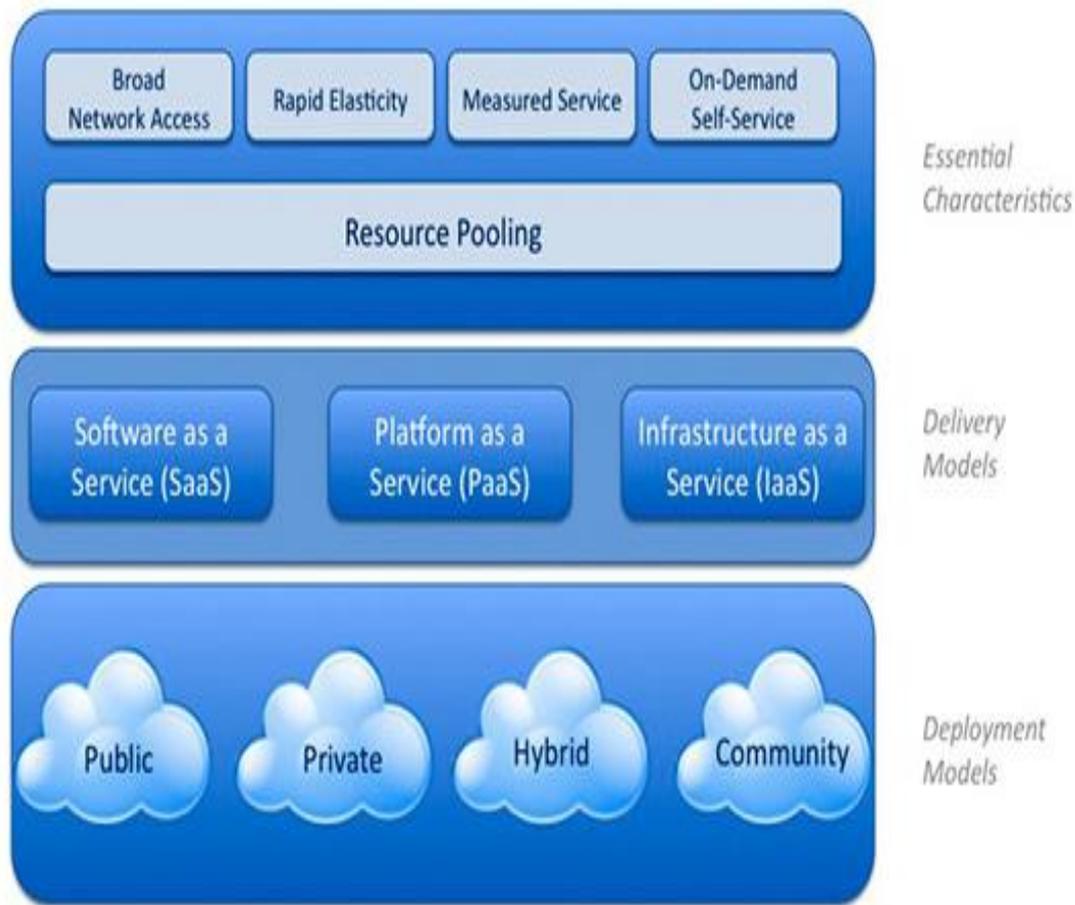


Figura 8: Il contesto di riferimento del Cloud Computing [6]

I servizi di cloud computing sono stati utilizzati in modo multidimensionale in varie catene di approvvigionamento (Durowoju et al., 2011) in quanto forniscono servizi on-demand di alta qualità, più efficienti e tecnicamente flessibili rispetto alle soluzioni tradizionali (Stieninger e Nedbal, 2014). C'è un aumento globale nell'utilizzo dei servizi di cloud computing considerato il numero sempre più crescente di persone che usano Internet per accedere, trasferire e archiviare informazioni elettroniche (Leymann et al., 2011). Nella Tabella 6 sono riportati gli impatti dell'utilizzo del CC nella supply chain.

Tabella 6: Impatti Cloud Computing sulla supply chain

Fattore	Descrizione	Autore
Prestazioni aziendali	Amplia la flessibilità.	Duclos et al. (2003); Fredericks (2005); Goldsby e Stank (2000); Swafford et al. (2006); Xu (2012); Stieninger e Nedbal (2014)
	Migliora l'agilità.	DeGroot e Marx (2013); Lal e Bharadwaj (2016); Liu et al. (2016); Mishra et al. (2016)
	Migliora la produttività.	Xu (2012)
	Maggiore efficienza.	Steinfield et al. (2011); Venters e Whitley (2012); Liu et al. (2016)
	Livelli più elevati di soddisfazione del cliente.	Dhar (2012)
	Rapida implementazione.	Aymerich et al. (2008); Yang et al. (2016); Zhang et al. (2016)
	Facilita un'infrastruttura di supporto ridotta ed una potenza di calcolo scalabile su richiesta.	Aymerich et al. (2008)
Economico	Costi inferiori di proprietà.	Aymerich et al. (2008); IBM (2009)
	Riduzioni dei costi di implementazione IT.	Yang et al. (2016); Zhang et al. (2016)
Dinamicità	Le aziende possono arrivare alle migliori decisioni ed accelerare i cambiamenti nei processi aziendali in termini di gestione della supply chain.	Wu et al. (2013)
Condivisione delle informazioni	Porta miglioramenti operativi e strategici.	Autry et al. (2010); Liu et al. (2010)
	Aumenta la velocità del flusso di informazioni rispetto alle tecnologie informatiche tradizionali.	Marston et al. (2011); Bi e Cochran (2014)
	Integra flussi finanziari, fisici e di informazione, aumentando così l'efficacia.	Miles e Snow (2007); Lu (2017); MacCarthy et al. (2016); Yang et al. (2016); Novais et al. (2019)
	Favorisce l'integrazione.	Steinfield et al. (2011); Bruque Camara et al. (2015); Zhang et al. (2016); Lu et al. (2017)
Logistica	Migliora la gestione dell'inventario.	Zhang et al. (2016); Subramanian e Abdulrahman (2017)
	Migliora le consegne just-in-time.	Jede e Teuteberg (2015); Subramanian e Abdulrahman (2017)
	Grazie al monitoraggio dei flussi fisici e finanziari dei materiali si possono evitare le interruzioni nella supply chain.	Manuel Maqueira et al. (2019)

1.4.6 Cloud Manufacturing

La convergenza del cloud e le attuali esigenze di produzione globali hanno dato vita a un nuovo concetto, il Cloud Manufacturing (Adamson et al., 2013; Li et al., 2010, 2012; Ren et al., 2011, 2012, 2015; Wu et al., 2012; Wu et al., 2013; Wu et al., 2013a; Xu, 2012; Zhang et al., 2014). Sebbene il Cloud Manufacturing sia stato introdotto nel 2010 (Li et al., 2010), il concetto principale era già stato presentato nel 1990 da Goldhar e Jelinek (Goldhar e Jelinek, 1990) con l'idea di Manufacturing-as-service. Oggi, l'idea centrale di Cloud Manufacturing sta nella realizzazione e fornitura di tutti i tipi di risorse di produzione come servizi, collegando gli utenti ai fornitori di risorse che sono in grado di soddisfare le loro specifiche esigenze lungo tutte le fasi del ciclo di vita di sviluppo del prodotto, rispettando i costi, i tempi e gli obiettivi di qualità richiesti (Adamson et al., 2017; Wu et al., 2013a). Tuttavia, la ricerca conferma come attualmente non esista ancora una definizione internazionalmente accettata di Cloud Manufacturing (Wu et al., 2014, 2015; Buckholtz et al., 2015; Ren et al., 2015; Adamson et al., 2017). Il CM segue naturalmente dall'introduzione e dal successo del cloud computing. Usando il lavoro del NIST (Mell e Grance, 2011) e Smith (Smith, 2009) come fondamento, è stata proposta la seguente definizione: "Cloud Manufacturing (CM) è un modello di produzione incentrato sul cliente che sfrutta l'accesso on-demand a una raccolta condivisa di risorse manifatturiere diversificate e distribuite per formare linee di produzione temporanee e riconfigurabili che migliorano l'efficienza, riducono i costi del ciclo di vita del prodotto e ottimizzano il caricamento delle risorse in risposta al compito generato dai clienti a richiesta variabile." (Wu et al., 2013b). Unendo le classificazioni di Wu et al. (2013a) e Ren et al. (2017), sono state sintetizzate le seguenti caratteristiche chiave del Cloud Manufacturing:

1. Centralità del cliente

Nell'ambiente CM, i rapporti di filiera produttiva sono incentrati sul cliente offrendo una maggiore efficienza, un costo ridotto, una maggiore flessibilità e migliori funzionalità per l'utente (Wu et al., 2013a). Il CM abiliterà un prodotto altamente personalizzato nell'ottica di ottenere costi inferiori, maggiore agilità e qualità. Infine, il prodotto richiesto verrà prodotto e consegnato al consumatore tramite reti logistiche sotto la gestione della piattaforma cloud (Ren et al., 2017).

2. Temporaneo, riconfigurabile, dinamico

Le linee di produzione CM sono di natura temporanea, consentendo la produzione di piccoli e grandi lotti di produzione. La capacità di riconfigurare e riutilizzare rapidamente le risorse di produzione consente un'elevata efficienza, tempi di fermo ridotti al minimo ed una risposta immediata alla domanda (Wu et al., 2013a). Inoltre, un sistema di produzione virtuale possiede flessibilità, il che significa che un sistema virtuale nel cloud può adattarsi dinamicamente a modifiche senza influire sulla qualità del servizio (Ren et al., 2017).

3. Internet of Things delle risorse di produzione e rilevamento ubiquitario

La tecnologia IoT consente al Cloud Manufacturing una connettività intelligente e un rilevamento ubiquitario delle risorse di produzione (Gubbi et al., 2013; Ren et al., 2017).

4. Collaborazione efficiente ed integrazione perfetta

Il CM permette l'interazione tra utenti, fornitori di applicazioni e fornitori di risorse fisiche (Wu et al., 2013a). Sulla base delle descrizioni sull'oggetto desiderato fornite dall'utente, il livello di applicazione basato sul cloud interpreta i requisiti dell'utente e localizza le risorse richieste. Infine, i fornitori di risorse fisiche che possiedono e gestiscono apparecchiature di produzione, hanno il know-how e l'esperienza per utilizzare queste macchine in modo efficace ed efficiente, forniscono un prodotto finalizzato ai requisiti richiesti dal cliente. La piattaforma cloud crea un ambiente di cyber business, dove tutti i fornitori o i richiedenti possono facilmente trovare una risposta alle loro esigenze mediante la cooperazione (Ren et al., 2017).

5. Sistema di produzione flessibile

Le applicazioni basate sul cloud possono sviluppare più scenari di costo e di pianificazione per il consumatore e combinare le attività con i fornitori di risorse fisiche in base alla disponibilità delle loro apparecchiature e alla capacità complessiva (Wu et al., 2013a).

6. Produzione orientata al servizio e capacità di approvvigionamento nell'intero ciclo di vita

Il CM consente una produzione orientata al servizio e capacità di approvvigionamento nell'intero ciclo di vita (Ren et al., 2017). Il Cloud Manufacturing può abbassare la barriera d'ingresso, quindi chiunque può partecipare pienamente alla progettazione, fabbricazione, assemblaggio, test, consegna, marketing e gestione dei prodotti tramite una piattaforma di produzione sociale come il cloud (Wu, Schaefer e Rosen, 2013).

7. Condivisione della conoscenza ed innovazione globale

Il Cloud Manufacturing non è solo una rete che consente l'interconnessione di risorse e la condivisione di capacità, ma è anche un repository che mette in comune la conoscenza multidisciplinare, ad esempio dalle autorità industriali agli individui comuni. Il valore è dato dai fornitori di risorse che condividono le competenze e collaborano per fornire agli utenti i prodotti che desiderano mentre utilizzano meno risorse attraverso processi efficienti.

1.4.7 Cobots

I robot collaborativi o cobots possono essere definiti come robot progettati e costruiti per collaborare con gli umani (Bitonneau et al., 2017; Shrivani e Rao, 2018) in uno spazio di lavoro condiviso (Shrivani e Rao, 2018; De Santis, 2008).

La cobotica è stata usata in primo luogo da Edward Colgate e Michael Peshkin (Peshkin e Colgate, 1999) per concettualizzare l'interazione diretta tra un robot ed un essere umano su una stazione di lavoro dedicata (Moulières-Seban et al., 2017, 2018). È solo dal 2008 che questa nuova tecnologia si è sviluppata nel settore con molti cobots come UR5 di Universal Robots (Universal Robots, 2017), Robonaut della NASA (Bluethmann et al., 2003), Baxter di Rethink Robotics (Hentout et al., 2019) e LBR iiwa di Kuka (Kuka robotics, 2017). Dopo di ciò, la maggior parte dei produttori ha rilasciato ognuno il proprio cobots (Bitonneau et al., 2017).

Si distingue l'interazione con i robot industriali, considerata un'interazione uomo-macchina (HMI) dato il loro più basso livello di autonomia e complessità (Vaughan et al., 2012) dall'interazione uomo-robot (HRI).

Schmidtler et al. (2015) hanno definito l'Interazione uomo-robot (HRI) come "un termine generale per tutte le forme di interazione tra uomo e robot" (Bortot, 2014).

L'HRI può essere classificato in tre categorie come segue (Hentout et al., 2019):

- *Human–Robot Coexistence (HRCx)*, detta anche coazione, è definita (Andrisano et al., 2012) come la capacità di condivisione dello spazio di lavoro tra umani e robot che operano su compiti dissimili (Schiavi et al., 2009; Shen et al., 2015) o, quando non è richiesto un reciproco contatto o un coordinamento di azioni (Gaz et al., 2018) e intenzioni (umane e il robot può avere scopi diversi) (De Luca e Flacco, 2012). È generalmente limitato all'evitamento delle collisioni.

- *Human–Robot Cooperation (HRCp)* dove gli esseri umani e i robot lavorano per uno stesso scopo e soddisfano i requisiti di tempo e spazio, contemporaneamente. La cooperazione richiede quindi tecnologie avanzate come sensori di feedback di forza o visione artificiale avanzata (Krüger et al., 2009; Andrisano et al., 2012) o tecnologie per il rilevamento ed evitamento della collisione.

- *Human-Robot Collaboration (HRC)* consiste nello svolgere un compito complesso con una diretta interazione umana in due modalità diverse (De Luca e Flacco, 2012):

- (i) *Collaborazione fisica* in cui esiste un esplicito ed intenzionale contatto con lo scambio di forze tra uomo e robot (Flacco et al., 2015). Misurando o stimando queste forze / coppie (Chandrasekaran e Conrad, 2015), il robot può prevedere le intenzioni del movimento umano e reagire di conseguenza (Cherubini et al., 2013; Mansard et al., 2009).

- (ii) *Collaborazione senza contatto* in cui non esiste interazione fisica. In tal caso, le azioni sono coordinate dallo scambio di informazioni che possono essere raggiunte tramite comunicazione diretta (parole, gesti, ecc.) o comunicazione indiretta (riconoscimento delle intenzioni, direzione dello sguardo dell'occhio, espressioni facciali, ecc.) (Mörtl et al., 2012; Mainprice et al., 2010). In tali scenari, l'operatore esegue parti di compiti che richiedono destrezza o decisioni, mentre il robot realizza parti che non sono adatte al coinvolgimento umano (applicazioni ripetitive o ad alta forza, deposizione chimica, posizionamento di precisione, ecc.) (Schmidtler et al., 2015; Fujii et al., 2016).

Questo tipo di sistemi è stato adottato in diverse industrie [69] come l'industria di trasformazione alimentare (Universal Robots, 2017), esplorazione aerospaziale (Bluethmann et al., 2003), l'industria automobilistica (Peshkin et al., 2001) e sistemi di assemblaggio (Bernhardt et al., 2008). Ad esempio, la Figura 9 mostra come Ford abbia introdotto un team di robot collaborativi utilizzati per lucidare levigare finemente l'intera superficie del corpo della Ford Fiesta, in modo da garantire che ogni auto abbia una

finitura perfetta in soli 35 secondi. L'iniziativa non sostituisce i dipendenti ma consente agli operatori di impiegare il loro tempo in attività più complesse ed evitare le tensioni associate all'esecuzione di attività ripetute [7].



Figura 9: Ford utilizza robot collaborativi sulla linea Fiesta [7]

Un cobot industriale è progettato per l'azionamento diretto con i collaboratori umani nel settore per fornire un ambiente di produzione flessibile tra umani e robot (Tolós Pons, 2013) e per assisterli durante i compiti di realizzazione, riducendo lo sforzo fisico e il sovraccarico cognitivo (Restrepo et al., 2017).

I principali vantaggi di tale collaborazione sono i seguenti: la combinazione di capacità cognitive, intelligenza, flessibilità e la capacità di agire, in modo preventivo, di fronte ad eventi imprevedibili degli umani (Modares et al., 2015) ed i vantaggi dei robot quali l'alta precisione, la ripetibilità e la forza (Krüger et al., 2009; Müller et al., 2016; Dimoulas, 2017). Quindi, i cobots industriali sfruttano la "forza e la resistenza dei robot" con la "flessibilità e la capacità decisionale degli esseri umani" (Djuric et al., 2016).

Contrariamente al design del robot classico, un cobot deve essere progettato in modo tale da ottimizzare la qualità di esecuzione del compito, la situazione ergonomica del collaboratore umano (Maurice, 2015) e assicurare la sua sicurezza (Hentout et al., 2019).

I robot industriali sono stati schierati per sostituire o assistere gli esseri umani nell'eseguire lavori ripetitivi, pericolosi e compiti di produzione che richiedono alta precisione (Isma e Brahim, 2015). Essi sono stati installati lontano dagli umani in spazi di lavoro separati fisicamente. Tuttavia, la loro applicazione è limitata in quanto alcuni compiti possono essere troppo complessi per essere pienamente raggiunti dai robot o troppo costosi per essere completamente automatizzati. La Tabella 7 sintetizza le caratteristiche dei cobots nel settore industriale e li confronta con i robot tradizionali

industriali esistenti (sintetizzate da Krüger et al., 2009; Bischoff et al., 2010; Djuric et al., 2016; Shrivani e Rao, 2018; Bortolini et al., 2017; She et al., 2016).

Tabella 7: Confronto tra i robot tradizionali ed i robot collaborativi industriali (adattata da Hentout et al., 2019)

	Robot tradizionali industriali	Robot collaborativi industriali
Specifiche	Installazione fissa, struttura pesante e necessità di custodie grandi e separate, l'impostazione richiede giorni o settimane.	Postazione flessibile, struttura leggera e richiede meno spazio sul pavimento, impostazione rapida (meno di un giorno).
Attività	Compiti periodici, ripetibili; cambiano di rado. Utile solo per dimensioni del lotto medio-grandi.	Modifiche frequenti alle attività; attività ripetute di rado. Utile anche per lotti di piccola dimensione.
Istruzione	Difficile da istruire e richiede una programmazione online e offline da un robot specialista.	Facile da istruire (istruito on-line da un esperto del processo e supportato da metodi off-line). Chiunque lavori con lo smartphone è in grado di utilizzarlo.
Sicurezza	Umani e robot separati attraverso un perimetro di salvaguardia. Previene il pericolo impedendo l'accesso. Non fornisce una superficie virtuale per limitare e guidare l'essere umano nei movimenti.	Spazio di lavoro condiviso con gli umani. Interazione sicura con l'uomo. Fornisce una superficie virtuale per limitare e guidare l'essere umano nei movimenti. Riduce il rischio ergonomico di attività gravose.
Interazione uomo-macchina	Rara interazione con l'umano, solo durante la programmazione. Nessuna capacità di fornire supporto all'essere umano.	Interazione frequente con l'uomo, anche assistenza di forza/precisione. Fornisce supporto all'essere umano adattandosi alle specifiche caratteristiche fisiche.

1.4.8 Unmanned Aerial Vehicles

La definizione di UAV (Unmanned Aerial Vehicles), comunemente nota come droni, è piuttosto ampia. Questo è comprensibile considerando l'ampia gamma di configurazioni esistenti. In pratica, qualsiasi veicolo aereo che non fa affidamento su un operatore umano a bordo per il volo, sia gestito autonomamente o da remoto, è considerato un UAV (Newcome, 2004).

Lo sviluppo di veicoli aerei senza equipaggio (UAV) è principalmente radicato nella ricerca militare. Anche se inizialmente concepito come un veicolo armato allo scopo di ridurre il rischio per gli operatori umani in territorio ostile, la tecnologia, le capacità e

l'uso degli UAV si sono evoluti fino a includere la sorveglianza e la raccolta di dati (Cummings et al., 2007).

Lo sviluppo dei droni è parallelo a quello di altre tecnologie emergenti, come le stampanti 3D. Esse hanno svolto un ruolo importante in questo processo permettendo la prototipazione rapida e la fabbricazione dei componenti per i droni (Rao et al., 2016).

Con la forte diffusione dell'e-commerce in tutto il mondo, la consegna di droni è emersa come soluzione innovativa di consegna dell'ultimo miglio (Murray e Chu, 2015). I primi progetti legati all'utilizzo di droni provengono proprio da grandi aziende tra cui Amazon, Google Wing, Alibaba, JD.com (Wang et al., 2019). Suzuki (2018) ha sintetizzato alcuni studi che sono stati condotti vari studi volti a realizzare il trasporto mediante il drone (Lim e Jung, 2017; Olivares et al., 2017; Parra-Vega et al., 2013).



Figura 10: Amazon's Prime Air UAV [8]

Nello specifico, un camion parte dal deposito con un drone; il drone viene lanciato dal camion per servire un cliente; quando il drone è in volo, il camion continua il suo percorso verso altri clienti non visitati; il drone si ricongiunge al camion alla prossima posizione del cliente, che differisce dalla posizione da cui è stato lanciato (Marinelli et al., 2017; Wang et al., 2019). Le capacità complementari del drone e del camion forniscono un'innovativa modalità di consegna dell'ultimo miglio (Wang et al., 2019).

L'utilizzo del drone porta diversi vantaggi al trasporto logistico come l'evitare la congestione delle reti stradali tradizionali sorvolandole, velocità più alte dei camion e più bassi costi di trasporto per chilometro (Marinelli et al., 2017). Trasportando l'UAV più vicino alle posizioni dei clienti a bordo del camion, esso può essere lanciato entro una gamma di volo di più clienti, aumentando il raggio di volo effettivo dell'UAV. Questo sistema sfrutta molto il veicolo di terra servendosi della maggiore capacità di carico, con il camion che svolge due ruoli sia come deposito mobile sia come risorsa di consegna (Murray e Chu, 2015). Inoltre, nel caso in cui l'UAV incontri difficoltà tecniche, il driver di consegna è nelle vicinanze per affrontare il problema (Banker, 2013).

Tuttavia, essendo i droni piccoli veicoli alimentati a batteria, la loro distanza di volo e le capacità di caricamento sono limitate, con conseguente restrizione della distanza di viaggio e della dimensione del pacco. Invece, un camion ha il vantaggio della capacità di viaggio a lungo raggio e può trasportare grandi dimensioni e carichi pesanti, ma è anche pesante, lento e ha un costo inefficiente. Per questi motivi, l'uso comune di camion e i droni che lavorano in parallelo può superare alcuni svantaggi e incrementare i benefici. In questo modo, è possibile aumentare efficacemente l'usabilità e rende il programma per droni e camion più flessibile (Marinelli et al., 2017; Wang et al., 2019). I droni hanno il potenziale per essere un efficace meccanismo di consegna nei luoghi in cui è difficile l'accesso a persone e/o attrezzature tradizionali (Stern, 2015; Well e Stevens, 2016). Le aziende possono utilizzare gli UAV per misurare e monitorare semplicemente il loro inventario e le loro risorse. Un altro esempio è l'uso di droni per l'ispezione, la consegna di pezzi di ricambio e l'assistenza nella manutenzione di aeromobili (Kenney, 2015). Utilizzando telecamere e altri sensori a bordo, i droni possono essere gestiti fisicamente monitorando qualsiasi punto nella supply chain. Aziende nel settore agricolo, petrolifero, del gas e minerario stanno usando droni per monitorare le attività a monte (Courtin, 2015). Come accennato in precedenza, i droni hanno il potenziale per migliorare la gestione efficace della catena di fornitura in una varietà di aspetti, tra cui il miglioramento della trasparenza, del monitoraggio e della consegna della merce (Druehl et al., 2018).



Figura 11: Esempio di drone per l'inventario del magazzino [9]

Tuttavia, ci sono numerosi inconvenienti su tale tecnologia, compresa la potenziale sicurezza e le nascenti leggi che regolano le operazioni dei droni (Murray e Chu, 2015; Marinelli et al., 2017; Druehl et al., 2018; Nelson e Gorichanaz, 2019). Le leggi che regolano il loro uso commerciale si stanno evolvendo in risposta ai nuovi casi di utilizzo ma non sono ancora ben sviluppate. Negli Stati Uniti ci sono restrizioni sull'età, sicurezza e formazione così come le regole su dove possono essere pilotati i droni (FAA, 2017). In Europa, le recenti proposte utilizzano il concetto di "geofencing", che delinea lo spazio

aereo in zone che sono legali e li monitora tramite i dispositivi GPS al fine stabilire confini virtuali per i droni (EASA, 2017). I regolamenti in Cina permettono già la consegna commerciale di prodotti agricoli dalle aree rurali. Inoltre, dal punto di vista tecnico, i ricercatori stanno lavorando per migliorare la resistenza e la sicurezza degli UAV. Una di queste aree di ricerca comporta il miglioramento della conservazione dell'energia della batteria del drone. La capacità limitata della batteria influisce sulla durata del volo di questi velivoli, che può anche essere influenzata dalla velocità di volo e dal carico utile. Inoltre, per motivi di sicurezza e affidabilità, questi UAV possono richiedere sistemi ridondanti (ad esempio, motori e sensori aggiuntivi) che riducono ulteriormente la durata del volo (Murray e Chu, 2015).

1.4.9 Augmented Reality e Virtual Reality

Al giorno d'oggi, si possono distinguere tre principali tecnologie immersive: realtà virtuale (VR), realtà aumentata (AR) e realtà mista (MR) (Roldán et al., 2019). La VR genera scenari virtuali in cui gli utenti possono interagire con elementi virtuali. AR funziona in scenari reali, aumentando determinate informazioni per mezzo di elementi virtuali e permettendo l'interazione con questi elementi. La MR unisce il mondo virtuale e reale e consente interazioni virtuali e reali (Roldán, Crespo et al., 2019).

La realtà virtuale (VR) è un ambiente generato dal computer in cui l'utente può navigare e interagire, attivando la simulazione in tempo reale dei propri sensi (Guttentag, 2010), fornendo un'esperienza immersiva sensoriale. Recentemente, sono stati introdotti nei mercati di consumo dispositivi VR come occhiali per realtà virtuale, cuffie per realtà virtuale, display VR montati sulla testa. Gli occhiali per realtà virtuale sono dispositivi indossabili che permettono alle persone di utilizzare applicazioni immersive di realtà virtuale, consentendo loro di sperimentare ed interagire con ambienti simulati attraverso una prospettiva in prima persona. I tipici dispositivi VR sono cuffie simili a occhiali con la propria potenza di calcolo e display. Altri approcci usano lo smartphone ordinario collegato ai possessori (Herz e Rauschnabel, 2019).

La realtà aumentata, tecnologia chiave dell'industria 4.0 (Davies, 2015), permette ai dipendenti di colmare il divario tra il mondo fisico e l'ambiente digitale (Masood e Egger, 2019). L'interfaccia utente di AR consente la comunicazione bidirezionale dal sistema verso l'utente, ma anche il feedback da parte dell'utente. La parte principale è il sistema di visualizzazione che trasmette informazioni all'utente. Per quanto riguarda l'input

dell'utente, i metodi di interazione prominenti sono gesti di riconoscimento (Radkowski e Stritzke, 2012; Wang, Ong e Nee, 2016), la direzione dello sguardo (Park et al., 2008), il riconoscimento vocale (Majewski e Kacalak, 2016; Stoltz et al., 2017) o soluzioni hardware discrete quali mouse, tastiera, scanner manuali (Murauer et al., 2018).

Tra i principali dispositivi di AR utilizzati sono stati riportati i seguenti (Elia et al., 2016):

- ✚ **Head Mounted Display (HMD):** un dispositivo di visualizzazione, indossato sulla testa o come parte di un casco, con un piccolo display ottico all'interno fronte di ogni occhio.
- ✚ **Dispositivi portatili:** un dispositivo interattivo che può essere utilizzato con una mano, dotata sia di un display sia di una fotocamera e servono a comunicare e ricevere i dati durante un'attività; smartphone e tablet rientrano in questa categoria.
- ✚ **Proiettori:** di solito si basa sulla tecnologia laser o LCD / LED che consente di visualizzare informazioni su oggetti del mondo reale senza la necessità per i lavoratori di indossare il dispositivo.
- ✚ **Sistemi di feedback tattili e di forza:** sono dispositivi indossabili che forniscono feedback in tempo reale all'utente in modo automatico senza richiedere l'interruzione delle attività dell'operatore.

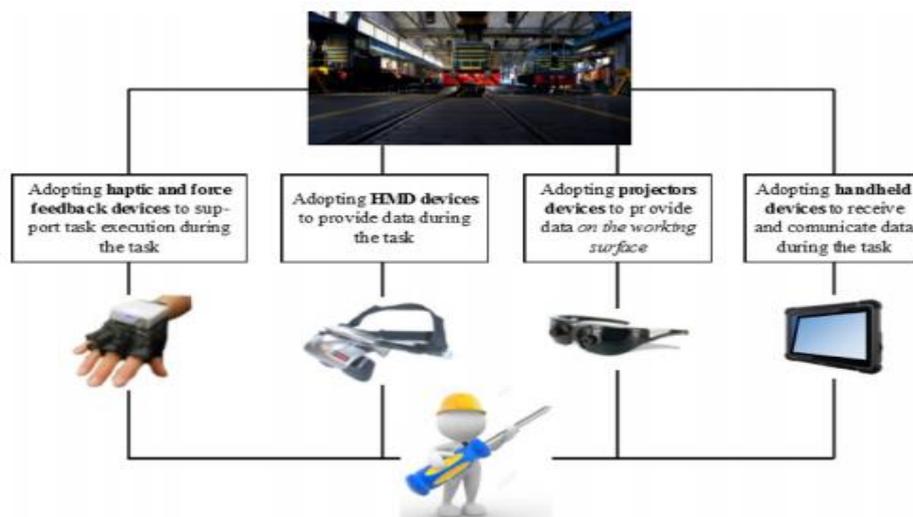


Figura 12: Esempi di dispositivi di realtà aumentata (Elia et al., 2016)

Vi sono diverse testimonianze (Tabella 8) su come l'AR possa migliorare l'esecuzione dei processi logistici (Cirulis e Ginters, 2013; Glockner et al., 2014) e controllare l'impianto di produzione, prevedere la manutenzione e diagnosticare gli errori (Foursa et al., 2006; Choi et al., 2015; Romero et al., 2016; Mourtzis et al., 2017a; Martinetti et al., 2017; Masoni et al., 2017).

Tabella 8: Benefici attesi dall'utilizzare AR (adattata da Stoltz et al., 2017)

Tipo di beneficio	Descrizione	Autore
Riduce il tasso di errore	La possibilità di ottenere informazioni a mani libere ed in tempo reale riduce il numero di errori commessi come errori di prelievo, di assemblaggio. È richiesta una minore concentrazione dato che le istruzioni sono facilmente mostrate all'operatore.	Ong e Nee (2013); Segovia et al. (2015); Wang, Ong e Nee (2016); Mourtzis et al. (2017b); Stoltz et al. (2017); Hanson et al. (2017); Renner e Pfeiffer (2017)
Maggiore flessibilità ed efficienza	Il dispositivo offre una soluzione a mani libere e le informazioni possono essere visualizzate ovunque e in qualsiasi momento.	Stoltz et al. (2017); Renner e Pfeiffer (2017); Mourtzis et al. (2017a); Mourtzis et al. (2018); Murauer et al. (2018); Masood et al. (2019); Wang et al. (2018)
Adattabilità	La soluzione non ha bisogno di un ambiente specifico poiché l'utente lo porta con sé. Inoltre, può essere adatto a persone con disabilità, in particolare per quanto riguarda l'uso delle mani.	Stoltz et al. (2017)
Formazione	Può insegnare ai lavoratori compiti complessi, fornire le informazioni necessarie per gestire una situazione specifica o le attività lavorative in modo ottimale in tempo reale.	Hahn et al. (2015); Hořejší (2015); Werrlich et al. (2017); Syberfeldt et al. (2017); Sanna et al. (2015); Blattgerste et al. (2017); Han e Zhao (2017); Mourtzis et al. (2018)
Informazione	Fornisce informazioni in tempo reale sui dispositivi indossabili, informazioni a livello operativo e livello aziendale, migliorando il processo decisionale e le attività di pianificazione.	Blümel (2013); Hutabarat et al. (2016); Turner et al. (2016); Hao e Helo (2017); Roldán et al. (2017); Damiani et al. (2018)
Sicurezza	Essendo a mani libere, può essere più sicuro per un operatore. Inoltre, il dispositivo può fornire feedback per scopi di sicurezza o avvertire un pericolo immediato.	Stoltz et al. (2017); Damiani et al. (2018)

Tuttavia, i principali ostacoli dell'AR identificati che potrebbero applicarsi a più organizzazioni, tecnologie e scenari di business (Stoltz et al., 2017) sono i seguenti:

1) Limitazioni hardware

La batteria non è progettata per durare per lunghe ore. Inoltre, molti dispositivi AR indossabili non sono progettati per un lungo periodo di utilizzo continuo che potrebbe causare problemi di comfort quali mal di testa, affaticamento degli occhi. In aggiunta, i

dispositivi pesanti sono difficili da indossare e in alcuni casi potrebbero rallentare le operazioni.

2) Sfide software

L'ambiente/linguaggio di programmazione non è standardizzato, rendendo così difficile per i professionisti sperimentare dispositivi, sviluppare le proprie applicazioni e collegare i dispositivi con i sistemi esistenti. È molto importante che ci siano modi semplici ed intuitivi di interagire con il dispositivo al fine di evitare confusione.

3) Accettazione

Gli utenti potrebbero non essere disposti ad indossare un dispositivo con una fotocamera ed un microfono in ogni momento a causa di problemi di privacy. Inoltre, problemi di riservatezza potrebbero derivare dal fatto che i dispositivi AR possono catturare foto o video dalle operazioni e dati proprietari.

4) Costo

Il costo totale di proprietà è ancora piuttosto elevato, soprattutto se si considerano dispositivi indossabili come un'attrezzatura personale (a causa di problemi di igiene). Soluzioni IT alternative per la gestione del magazzino possono essere notevolmente più economiche e con benefici ben definiti.

1.4.10 Blockchain

La tecnologia Blockchain può essere definita come un database distribuito per la registrazione delle transazioni tra parti verificabili e permanenti. Essa è emersa come un livello tecnologico leader per applicazioni finanziarie e solo recentemente, rappresenta la spina dorsale di una nuova catena di fornitura digitale. Grazie alla sua capacità di garantire l'immutabilità dei dati e l'accessibilità pubblica di flussi di dati, la blockchain può aumentare l'efficienza, l'affidabilità e la trasparenza dell'intera catena di approvvigionamento, e ottimizzare i processi in entrata (Perboli et al., 2018). La Figura 13 mostra una trasformazione dalla catena di approvvigionamento tradizionale ad una basata su blockchain (Saber et al., 2019). Quest'ultima è caratterizzata da quattro entità principali: le registrazioni che forniscono identità uniche agli attori della rete; le organizzazioni di standard, che definiscono schemi standard; i certificatori, che forniscono certificazioni agli attori per la partecipazione alla rete della supply chain; gli attori, compresi produttori, rivenditori e clienti (Steiner e Baker, 2015). Prima che un

prodotto venga trasferito (o venduto) ad un altro attore, entrambe le parti possono firmare un contratto digitale o soddisfare un requisito del contratto intelligente, per autenticare lo scambio. Una volta che tutte le parti hanno soddisfatto gli obblighi e i processi contrattuali, i dettagli della transazione aggiornano il libro mastro blockchain. I certificatori e le organizzazioni di standard verificano digitalmente i profili dei prodotti e degli attori (Saber et al., 2019). Ogni player della supply chain può accedere a informazioni chiave su un determinato prodotto e sul suo stato nella rete blockchain (Tian, 2017). Gli attori non possono cambiare le regole senza alcuna forma di processo di consenso (Maurer, 2017).

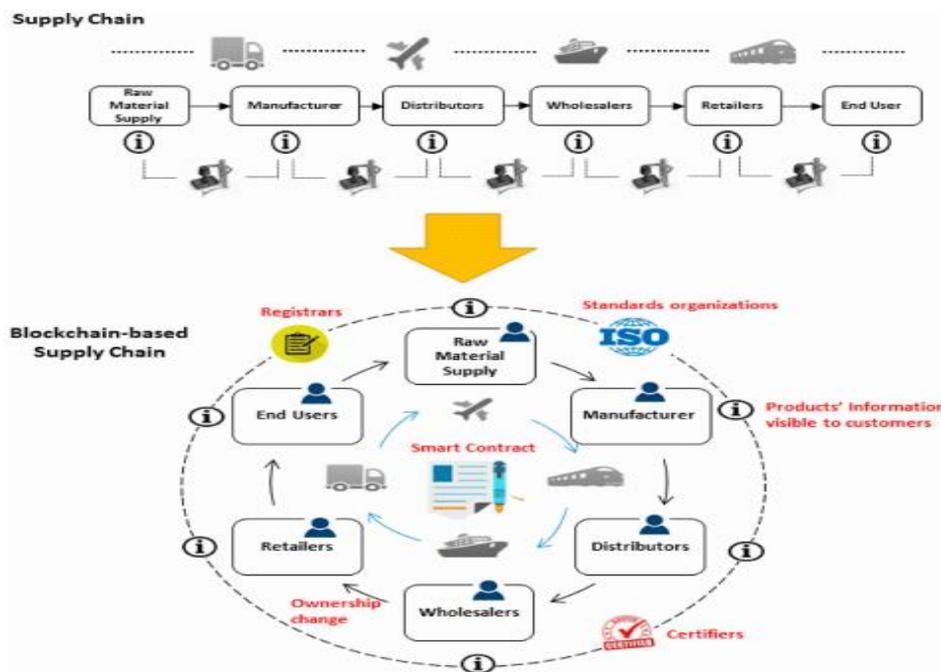


Figura 13: Supply chain transformation (Saber et al., 2019)

Tale tecnologia è stata introdotta nel settore della supply chain solo recentemente (Figura 14).

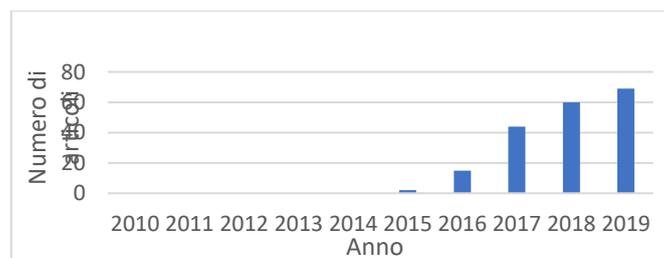


Figura 14: Pubblicazioni Blockchain

Nel dettaglio, il grafico riporta il numero di documenti, pubblicati per anno, che hanno affrontato l'integrazione della blockchain con la supply chain tra il 2010 ed il 2019. L'attenzione verso la blockchain è cresciuta notevolmente tra il 2017 ed il 2019. Si osserva come la blockchain abbia potenziali applicazioni in vari settori, come quello farmaceutico, alimentare, tessile, finanziario, dei diamanti. I vari benefici (Tabella 9) ed ostacoli (Tabella 10) di questa tecnologia che possono avere un impatto diretto sulla supply chain sono riportati nelle seguenti tabelle.

Tabella 9: Benefici della Blockchain sulla supply chain

Tipo di beneficio	Descrizione	Autore
Efficienza	Un contratto intelligente elimina i problemi di pagamento, la registrazione del contratto, il monitoraggio e l'aggiornamento in termini di sforzi e tempo.	Popa (2013); Fanning e Centers (2016); Collomb e Sok (2016); Wang et al. (2017); Kinnaird e Geipel (2017)
Disintermediazione	La contrattazione intelligente riduce il numero di intermediari. Produttori e consumatori possono trattare senza il bisogno di un intermediario.	Tian (2016); Bocek et al. (2017); Drescher (2017); Ward (2017); Kim e Laskowski (2017); Michelman (2017); Queiroz et al. (2019)
Riduzione dei costi	L'effetto della disintermediazione e dell'automazione, riduce i costi di verifica e di transazione, i costi operativi ed i costi della costruzione di relazioni di fiducia.	Michelman (2017) Wang et al. (2017); Bocek et al. (2017); Drescher (2017); Christidis e Devetsikiotis (2016); Zhang e Wen (2017); Al-Saqaf e Seidler (2017); Yeoh (2017); Kshetri (2018)
Sicurezza	La condivisione delle informazioni rende la catena più sicura e affidabile, garantendo tracciabilità e prevenzione dalle frodi.	Weber et al. (2016); Gupta (2017); Mackey e Nayyar (2017); Casey e Wong (2017); Mansfield-Devine (2017); Wu et al. (2017a); Jeppsson e Olsson (2017); Biswas et al. (2017); Lu e Xu (2017); Toyoda, et al. (2017); Ivanov et al. (2019)
Integrazione	Migliora la cooperazione ed il livello di fiducia tra i membri della rete.	Pazaitis et al. (2017); Aste et al. (2017); Kano e Nakajima (2018); Kshetri (2018); Reyna et al. (2018); Zou et al. (2018)
Completa trasparenza	Garantisce trasparenza, visibilità in tempo reale migliorando le informazioni disponibili.	Swan (2015); Crosby et al. (2016); Abeyratne e Monfared (2016); Engelenburg et al. (2019); Kshetri (2017a); Shermin (2017)
Sostenibilità	Il monitoraggio accurato dei prodotti e delle loro transazioni può aiutare a ridurre le rilavorazioni, il che aiuta a ridurre il consumo di risorse e la riduzione delle emissioni di gas serra.	Saberi et al. (2019)

Tabella 10: Ostacoli della Blockchain

Tipo di ostacolo	Descrizione	Autore
Flessibilità	Le caratteristiche immutabili della blockchain potrebbero essere una barriera per i casi che richiedono modifiche alle transazioni.	Böhme et al. (2015); Coyne e McMickle (2017); Drescher (2017); Axios (2018); Forester (2018)
Struttura aziendale	L'adozione di contratti intelligenti modifica sia le strutture organizzative sia quelle della supply chain e governance. Pertanto, potrebbe esserci resistenza culturale.	Patel et al. (2017); Wang et al. (2017); Michelman (2017); Saberi et al. (2019)
	Essendo la tecnologia blockchain relativamente recente, le organizzazioni devono ancora affrontare completamente questi ostacoli chiave e potrebbe rappresentare una minaccia significativa nell'accettare tale tecnologia.	Drescher (2017); Kshetri (2017b); Kypriotaki et al. (2015); Levine (2017)
	La natura distribuita dell'architettura blockchain può rappresentare una limitazione significativa per il controllo e la governance generali da parte delle organizzazioni.	Böhme et al. (2015); Coyne e McMickle (2017); Drescher (2017); Axios (2018); Forester (2018)
Costi elevati	Sono richieste competenze tecniche e specialistiche per la partecipazione alla blockchain. Inoltre, l'elaborazione sottostante della blockchain in cui tutta la cronologia delle transazioni viene replicata su tutti i nodi, è computazionalmente costosa.	Böhme et al. (2015); Coyne e McMickle (2017); Drescher (2017); Patel et al. (2017); Wang et al. (2017); Marsal-Llacuna (2018); Axios (2018); Forester (2018); Saberi et al. (2019)
Accuratezza	La blockchain potrebbe non sempre rispecchiare accuratamente il movimento fisico dei materiali nella catena di fornitura, causando errori accidentali.	Shireesh e Petrovsky (2016); Boucher et al. (2017); Kshetri (2018)
Mancanza di privacy	Riluttanza a condividere le informazioni personali dettagliate e dati sensibili. Inoltre, ogni nodo della rete mantiene la completa cronologia dei dati di transazione delle reti, limitando i casi d'uso in cui la privacy è una necessità.	Fawcett et al. (2007); Kembro et al. (2014); Böhme et al. (2015); Mougayar (2016); Xu et al. (2016); Boucher et al. (2017); Coyne e McMickle (2017); Drescher (2017); Axios (2018); Forester (2018)
Ambientale	La blockchain richiede un alto livello di consumo di energia per mantenere la rete.	Hoy (2017); Kshetri (2017c)
Sicurezza	Per l'autenticazione e l'esecuzione delle transazioni è richiesto l'uso di una chiave pubblica e una chiave privata. Nel caso che una parte perda o pubblici involontariamente la propria chiave privata, il sistema non ha alcun meccanismo di sicurezza per fornire ulteriore sicurezza.	Böhme et al. (2015); Mougayar (2016); Xu et al. (2016); Coyne e McMickle (2017); Drescher (2017); Axios (2018); Forester (2018)
Normativa	Legalità delle transazioni, normative mancata accettazione della parte legale e normativa delle autorità; mancanza di accettazione da parte dell'utente.	Drescher (2017); Kshetri (2017b); Kypriotaki et al. (2015); Levine (2017)

1.4.11 Artificial Intelligence

Il termine intelligenza artificiale (AI) è stato coniato nel 1956 da John McCarthy, il quale ha scoperto una macchina in grado di ragionare, risolvere i problemi e migliorare sé stessa come l'essere umano (Kumar, 2017). Il sistema di intelligenza artificiale può eseguire azioni come percezione, interpretazione, ragionamento, apprendimento, comunicazione e processo decisionale similmente all'essere umano per arrivare ad una soluzione di uno specifico problema (Kumar, 2017).

La letteratura ha offerto varie definizioni di AI. Russell e Norvig (2016) hanno definito il termine AI per descrivere sistemi che imitano le funzioni cognitive generalmente associate ad attributi umani come l'apprendimento, la parola e la risoluzione dei problemi. In modo più dettagliato, Kaplan e Haenlein (2019), descrivono l'IA nel contesto della sua capacità di interpretare e apprendere autonomamente dall'esterno i dati per ottenere risultati specifici tramite un adattamento flessibile. Il filo conduttore tra queste definizioni è la crescente capacità delle macchine di svolgere ruoli specifici e compiti attualmente svolti da persone all'interno del luogo di lavoro e della società in generale (Dwivedi et al., 2019).

Giganti della tecnologia come Amazon e Walmart hanno sperimentato l'intelligenza artificiale da qualche tempo, applicando la tecnologia alla previsione della domanda e alla catena di approvvigionamento. Il negozio Walmart del futuro - Intelligent Retail Lab (IRL) sta testando l'IA per monitorare la capacità del negozio di rifornire rapidamente il prodotto. I sistemi AI di Walmart IRL sono supportati da telecamere e sensori installati in tutto il negozio che trasmettono 1,6 TB di dati al secondo al data center e la realizzazione della catena di fornitura collegata (Forbes, 2019).

Per quanto riguarda la letteratura accademica, dall'ampia query di database eseguiti, sono emersi pochissimi articoli che si riferiscono specificamente all'IA e alle catene di approvvigionamento. L'IA è emersa come una tecnologia che promette di aiutare a superare i problemi di ottimizzazione nella gestione della supply chain (Min, 2010; Abukhousa et al., 2014; Kochak e Sharma, 2015; Zijm e Klumpp, 2015; Lu e Wang, 2016; Nikolopoulos et al., 2016; Singh e Challa, 2016; Slimani et al., 2016; Farahani et al., 2017; Santos et al., 2017; Dellino et al., 2018).

L'AI porta vantaggi alla catena di approvvigionamento in quanto:

- aiuta a prevedere ed ottimizzare la domanda in termini di acquisti e elaborazione degli ordini riducendo quindi i costi ad esempio relativi al trasporto, agli sprechi, alle mancate vendite, all'amministrazione (Yeh et al., 2016; Fikar, 2018; Dash et al., 2019);
- migliora la soddisfazione del cliente (Yeh et al., 2016);
- migliora l'efficacia delle operazioni (Merlino e Sproge, 2017);
- affronta sfide operative quali volumi di produzione variabili e volatilità della domanda elevata (Guo e Wong, 2013; Wong et al., 2013; Nayak e Padhye, 2018);
- nella fase di produzione ha contribuito all'ottimizzazione di risorse e processi, alla progettazione di migliori team, a migliorare la qualità e l'affidabilità riducendo gli errori, e nella prevenzione dei tempi di fermo per la manutenzione (Bughin et al., 2017; Dash et al., 2019; Calatayud et al., 2019);
- le tecnologie di intelligenza artificiale come la visione artificiale e l'apprendimento automatico aiutano la gestione delle operazioni di consegna, tracciando gli acquisti degli acquirenti per indirizzare gli acquisti futuri (Dash et al., 2019).

Gli approcci di machine learning non solo incorporano dati storici sulle vendite e la configurazione delle catene di approvvigionamento, ma si basano anche su dati quasi in tempo reale riguardanti variabili come campagne pubblicitarie, prezzi e previsioni meteorologiche locali (Bughin et al., 2017).

AI è un adeguato strumento per determinare l'elasticità del prezzo per ogni articolo e adegua automaticamente i prezzi in base alla strategia di prodotto scelta (Paolanti et al., 2018; Khorram et al., 2018). Le piattaforme AI non connettono solo i visitatori a determinati siti web ma cercano anche indizi su ciò che lo shopper gradirà in base ai precedenti acquisti, età, indirizzo di casa, abitudini di navigazione sul web e cumuli di altri dati (Sterne, 2018; Dash et al., 2019). Molti marchi hanno già chatbot alimentate da AI sul loro sito web. Esse servono i clienti 24/7 e sono più veloci dell'uomo nel risolvere i problemi del cliente (Kumar et al., 2018). Questo tipo di approfondimenti sulla vendita, comprese promozioni personalizzate, assortimento ottimizzato e display personalizzati, aumenta sostanzialmente le vendite (Mathur, 2019; Bughin et al., 2017).

L'IA potrebbe portare benefici come la creazione di nuovi posti di lavoro più qualificati, ma esiste un potenziale scenario in cui l'IA potrebbe sostituire milioni di posti di lavoro all'interno delle economie emergenti (BBC, 2019).

La Figura 15 mostra come l'Intelligenza Artificiale/Machine Learning possono essere adottate nella catena di approvvigionamento.

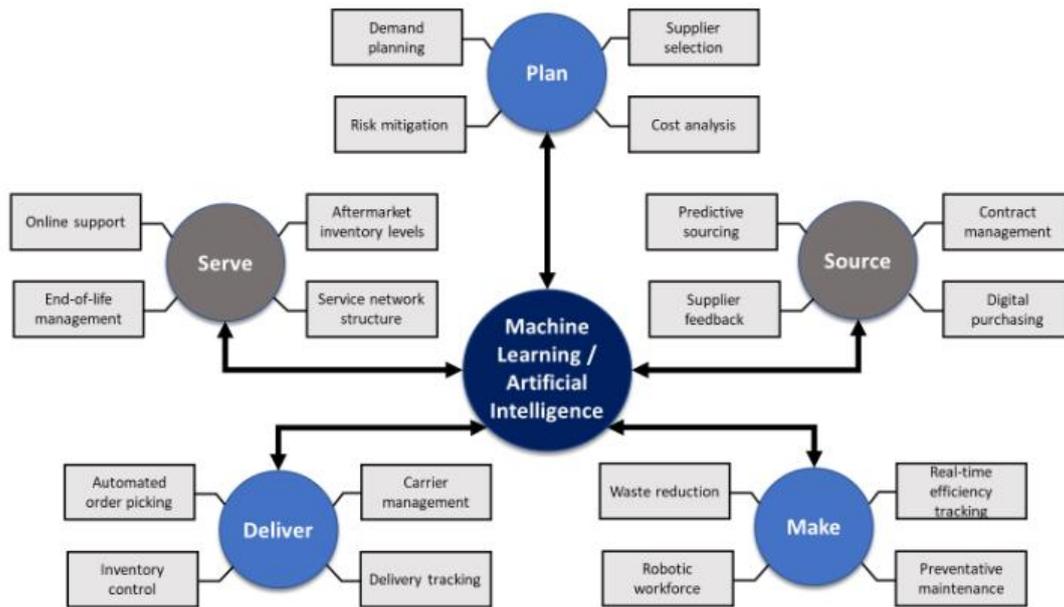


Figura 15: AI and Machine Learning nella supply chain [10]

1.5 Classificazioni delle tecnologie in letteratura

Il seguente paragrafo mira a fornire una conoscenza sull'evoluzione delle classificazioni delle tecnologie abilitanti l'Industry 4.0. Nonostante vi siano diverse tecnologie in comune tra le varie classificazioni, ognuna di esse ha suggerito un proprio insieme di tecnologie differenziandosi sia per il numero sia per terminologie.

I primi tentativi nel definire una classificazione delle tecnologie digitali sono stati condotti da Boston Consulting Group (BCG) (Rüßmann et al., 2015), PricewaterhouseCoopers (PwC) (PwC, 2016b) e dal Ministero Italiano dello Sviluppo Economico (Calenda, 2016). Tra le tre classifiche, ce ne sono molte in comune.

Nel 2015 il Boston Consulting Group ha individuato nove trend tecnologici che costituiscono gli elementi costitutivi dell'Industry 4.0: Autonomous robots, Simulation, Horizontal and Vertical System Integration, The Industrial Internet of Things,

Cybersecurity, The Cloud, Additive Manufacturing, Augmented reality, Big Data and analytics. Su tale classificazione si è sviluppato il “Piano Calenda”, presentando le stesse caratteristiche sia in termini di denominazione sia di significato (Ardito et al., 2019).

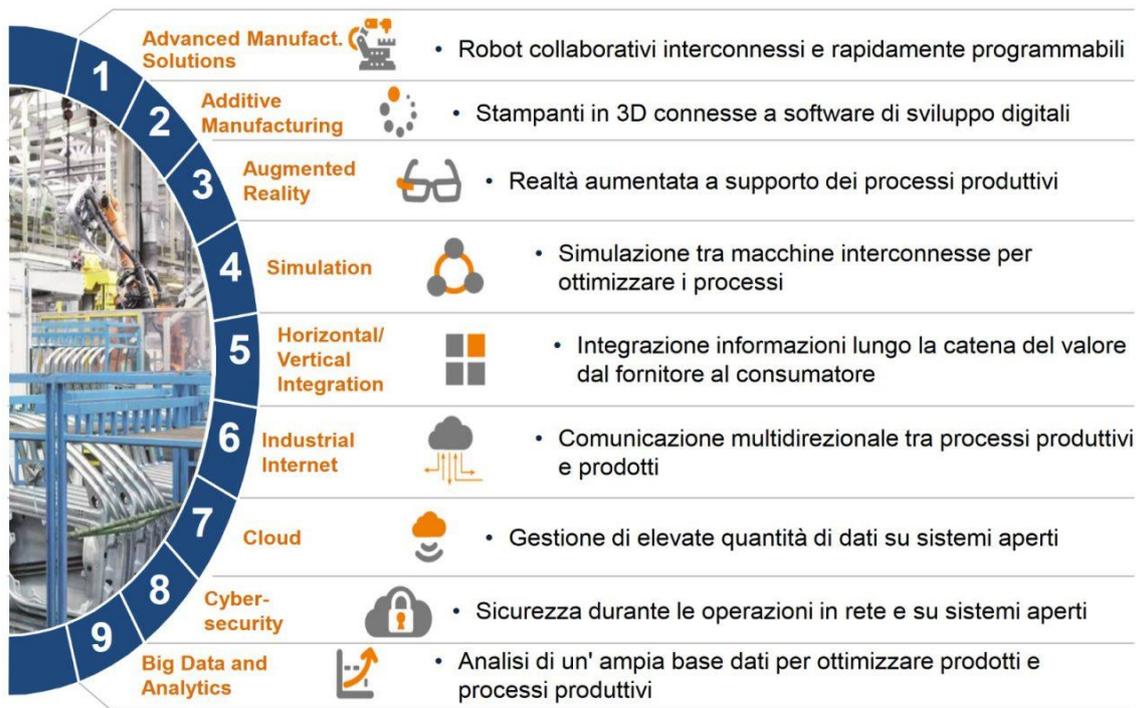


Figura 16: Le tecnologie abilitanti del Piano nazionale impresa 4.0. [11]

La classificazione di PricewaterhouseCoopers (PwC, 2016b) ha rilevato otto tecnologie digitali ossia Advanced Manufacturing, Additive Manufacturing, Augmented Reality, Cloud Computing, Industrial IoT, Cyber security, Big Data analytics e Customer profilings.

Diversamente, l'Osservatorio del Politecnico di Milano (Osservatorio, 2015) ha individuato sei tecnologie principali, suddividendole in due grandi insiemi. La prima più vicina al mondo dell'Information Technology (IT), formato da Internet of Things, Big Data e Cloud Computing. La seconda più eterogenea e vicina al livello operativo (Operational Technology), formato da Advanced Automation, Advanced Human Machine Interface (HMI), e Additive Manufacturing.

1. Industrial Internet of Things

Rappresenta un percorso evolutivo della Rete Internet attraverso la quale ogni oggetto fisico acquisisce una sua contropartita nel mondo digitale. Alla base

dell'IIoT vi sono oggetti intelligenti (capaci cioè di identificazione, localizzazione, diagnosi di stato, acquisizione di dati, elaborazione, attuazione e comunicazione) e reti intelligenti (aperte, standard e multifunzionali).

2. Industrial Analytics

Specializzazione dei metodi e strumenti per trattare ed elaborare grandi moli di dati sull'ambito manifatturiero e di Supply Chain Management. Nei Manufacturing Big Data rientra l'applicazione di nuove tecniche e strumenti di Data analytics & visualization, Simulation e Forecasting, per porre in evidenza l'informazione celata nei dati e il suo uso efficace per supportare decisioni rapide.

3. Cloud Manufacturing.

Applicazione del Cloud Computing nell'Industria 4.0, con accesso diffuso, agevole e on demand a servizi IT – infrastrutturali, di piattaforma o applicativi – a supporto di processi produttivi e di gestione della Supply Chain.

4. Advanced Automation.

Fa riferimento ai più recenti sviluppi nei sistemi di produzione automatizzati, caratterizzati da elevata capacità cognitiva, interazione e adattamento al contesto, auto-apprendimento e riconfigurabilità. L'esempio più evidente di questa famiglia di tecnologie sono i robot collaborativi (co-bots), che sono progettati per lavorare al fianco degli operatori.

5. Advanced HMI.

Si riferisce ai recenti sviluppi nel campo dei dispositivi wearable e delle nuove interfacce uomo/macchina per l'acquisizione e/o la veicolazione di informazioni in formato vocale, visuale e tattile (per esempio display touch, scanner 3D, visori per la realtà aumentata).

6. Additive Manufacturing.

Nota anche come Stampa 3D, questa tecnologia è una reale rivoluzione rispetto ai processi produttivi tradizionali (asportazione o deformazione plastica di materiale), perché si giunge a creare un oggetto "stamandolo" strato per strato. Trova applicazione in 4 ambiti: Rapid Prototyping (a supporto del processo di sviluppo prodotto), Rapid Manufacturing (realizzazione diretta di prodotti vendibili), Rapid Maintenance & Repair (riparazione in modo additivo di particolari usurati o danneggiati), Rapid Tooling (realizzazione di stampi, gusci, conchiglie etc. per stampaggi e formature).

Secondo McKinsey (Wee et al., 2015), alle sei tecnologie individuate dall'Osservatorio del Politecnico di Milano se ne aggiungono altre tre: Cyber-Physical-Systems (CPS), Blockchain e Augmented Reality.

Meier (2016) ha identificato otto tendenze della tecnologia digitale nella gestione della catena di approvvigionamento ed ha fornito brevi descrizioni su ciò che ciascuno fornisce al business:

- ✚ Mobility: applicazioni mobili per l'esecuzione di processi aziendali in qualsiasi momento e luogo;
- ✚ Big and Smarter data: analisi di grandi volumi di dati strutturati e non strutturati per ottenere una migliore comprensione e consentire un processo decisionale affidabile;
- ✚ Cloud Computing: infrastruttura IT basata su Internet di cloud computing per consentire processi collaborativi ed un costo totale di proprietà scalabile;
- ✚ Social Media: reti private e orientate al business per la comunicazione e la collaborazione per specifici scopi sono sfruttate come fonti di dati e collegamenti aggiuntivi;
- ✚ Predictive and Prescriptive Analytics: analisi di dati strutturati e non strutturati e riconoscimento di schemi specifici (tramite l'utilizzo di algoritmi avanzati) per consentire previsioni più precise di comportamenti futuri;
- ✚ Internet of Things: perfetta integrazione di oggetti fisici (es. macchine con sensori, manodopera, ecc.) nella rete di informazione per utilizzare una quantità elevata di dati aggiuntivi;
- ✚ 3D Printing and Scanning: personalizzazione di massa di diversi tipi di prodotti per le esigenze dei singoli clienti;
- ✚ Robotics: macchine con adeguata intelligenza per eseguire specifici processi più velocemente, in modo più economico e più sicuro, offrendo una migliore qualità dei risultati.

Una proposta ancora diversa proviene da Iddris (2018) che afferma come il crescente interesse per DSC sia il risultato di tecnologie abilitanti, come Big Data analytics, Cloud Computing, stampa 3D, droni e Internet of Things (IoT), associate alla necessità che la catena di fornitura risponda rapidamente alle richieste dei clienti.

Infine, un recente articolo di Martinelli et al. (2019) ha considerato come tecnologie abilitanti alla base del Paradigma di Industria 4.0 l'Internet of Things, Big Data, Cloud, Robotis, Artificial Intelligence e Additive Manufacturing.

1.6 Research gaps

Sulla base dell'analisi svolta, sono descritti i gap della ricerca. In primo luogo, è evidente la presenza di molteplici proposte di classificazioni di tecnologie abilitanti l'Industria 4.0. Dal momento che esse risultano frammentate ed incomplete, offrendo un limitato numero di punti di vista, si è scelto di catturare gli aspetti caratterizzanti queste definizioni per fornirne una che possa dare un'idea più completa, considerando diverse visioni. Il principale research gap si riferisce proprio all'obiettivo del presente lavoro e quindi alla necessità di identificare le applicazioni disponibili per ogni tecnologia che caratterizza la DSC e di individuare variabili di contesto che possano avere influenza sul loro numero e sulla loro tipologia in base alla tecnologia, per le quali si ipotizza una relazione con i progetti di DSC. Alla luce degli articoli analizzati nel capitolo 1, è possibile affermare come ancora non esista un lavoro che si sia posto un obiettivo di questo tipo ossia un'analisi statistica connessa a variabili di contesto ed a specifici progetti. Considerando il recente interesse verso questa tema, alcuni studi mirano ancora a rispondere alle domande su quale sia lo stato attuale della DSC nel mondo accademico e gli sviluppi futuri della DSC e come l'importanza della digitalizzazione possa essere integrata nella catena di approvvigionamento o nella logistica (Büyükoçkan e Göçer, 2018; Iddris, 2018). In linea generale, essi si concentrano sulle principali caratteristiche, benefici, criticità della DSC. La revisione della letteratura ha anche mostrato che sono stati effettivamente condotti pochi studi su DSC, mentre la maggior parte di essi si concentra sulle tecnologie abilitanti la DSC (vedi paragrafo 1.4). Nonostante dall'analisi delle singole tecnologie siano stati riscontrati vari casi di applicazioni pratiche, nessun articolo fra quelli individuati ha correlato il potenziale di sviluppo della tecnologia a variabili di contesto per capire cosa potesse influenzare maggiormente la loro diffusione.

1.7 Proposta di una classificazione

In virtù delle classificazioni rilevate in letteratura (paragrafo 1.5) sulle tecnologie abilitanti l'Industria 4.0, si propone una nuova classificazione che considera non solo i diversi punti di vista esposti dai vari autori ma che mette in rilievo anche le nuove tecnologie apparse solo recentemente. Nel loro complesso si differenziano per terminologia, definizioni e numero di tecnologie. Nonostante tali diversità, alcune di esse sono comuni a più classificazioni proposte come Big Data, IoT, Cloud, AM, Robotics. Si può notare come nella maggior parte di esse non compaiano proprio quelle tecnologie che sono state oggetto di studio negli ultimi anni ossia droni, AI e Blockchain. In relazione a quanto detto e sulla base dell'analisi della letteratura, si è ritenuto opportuno proporre un'unica classificazione che unisca i diversi punti di vista, mettendo in luce tutte le tecnologie ad oggi rilevanti per l'Industry 4.0. Essa si sviluppa in sei gruppi:

Big Data

Sotto tale denominazione sono compresi i Big Data, il Cloud Computing ed il Cloud Manufacturing. Il Cloud e Big Data sono spesso utilizzati in modo congiunto in quanto il primo è un mezzo per gestire un'elevata quantità di dati su sistemi aperti mentre il secondo consente l'analisi di un'ampia base dati per ottimizzare i prodotti e i processi produttivi [11], per ottenere previsioni più accurate e per consentire un processo decisionale affidabile (Meier, 2016). Nel dettaglio, il Cloud Computing è un'infrastruttura IT basata su Internet per consentire processi collaborativi (Meier, 2016) mentre il Cloud Manufacturing può essere definito come l'applicazione del CC nell'Industria 4.0, con accesso diffuso, agevole e on demand a servizi IT, a supporto di processi produttivi e di gestione della Supply Chain (Osservatorio, 2015).

Internet of Things

Dalla definizione di Meier (2016) e dall'analisi della letteratura sull'IoT, il termine indica una perfetta integrazione di oggetti fisici (es. container intelligenti, GPS, RFID, sensori) nella rete di informazione in modo da poter utilizzare una quantità elevata di dati aggiuntivi. In tale gruppo rientra anche l'Industrial Internet of Things, un'evoluzione dell'IoT, ossia l'utilizzo di oggetti intelligenti (capaci

cioè di identificazione, localizzazione, diagnosi di stato, acquisizione di dati, elaborazione, attuazione e comunicazione) e reti intelligenti (aperte, standard e multifunzionali) (Osservatorio, 2015) che consentono una comunicazione multidirezionale tra processi produttivi e prodotti [11].

Smart Manufacturing

All'interno di questa terminologia si inseriscono l'Additive Manufacturing e Advanced Automation, in altre parole quelle tecnologie che utilizzando macchinari connessi ad Internet consentono di ottenere un processo produttivo intelligente. L'Additive Manufacturing è un insieme di tecnologie e processi di produzione che consentono di creare un oggetto tangibile da un modello tridimensionale digitale (Osservatorio, 2015), permettendo la personalizzazione di massa di diversi tipi di prodotti in base alle esigenze dei clienti (Meier, 2016). L'Advanced Automation si riferisce ai più recenti sviluppi di sistemi di produzione automatizzati (Osservatorio, 2015), in particolare ai veicoli senza pilota (Unmanned Aerial Vehicle o comunemente noti come droni) utilizzati per ottimizzare le operazioni di inventario, le spedizioni, l'ispezione di macchinari e reparti produttivi. Si riscontra una differenza rispetto alla proposta dell'Osservatorio del Politecnico di Milano che associa tale terminologia allo sviluppo dei robot collaborativi. Ad oggi, si rileva come i Cobots siano ampiamente applicati nel settore industriale, mentre emergono proposte sul potenziale utilizzo dei droni in ambito produttivo.

Cobots

I Cobots sono robot collaborativi in grado di elaborare informazione ed operare a fianco degli esseri umani (Osservatorio, 2015) in spazi di lavoro condivisi. Si tratta di macchine con adeguata intelligenza per eseguire specifici processi più velocemente, in modo più economico e più sicuro, offrendo una migliore qualità dei risultati (Meier, 2016). Essi hanno una vasta applicazione nelle operazioni di assemblaggio relative al processo produttivo ma anche nella movimentazione dei materiali. In termini più ampi, in tale categoria si inseriscono anche gli esoscheletri, considerati una forma di robot collaborativo ma indossabile che favorisce l'operato dei lavoratori.

Augmented Reality and Artificial Intelligence

Sono entrambe un mezzo per trasferire informazioni dal mondo digitale al mondo fisico. L'Artificial Intelligence (AI), sulla base di quanto affermato da Martinelli et al. (2019), si riferisce a tecnologie informatiche che, abbinate all'apprendimento automatico, sono usate per generare sensori intelligenti, edge computing e sistemi di produzione intelligenti. L'Augmented Reality (AR) integra la scena reale visualizzata dall'utente con ulteriori informazioni fornite dalla scena virtuale generata dal computer mediante dispositivi mobili. L'Osservatorio (2015) ha definito l'AR come l'insieme di dispositivi wearable e di interfacce uomo/macchina per l'acquisizione e/o la veicolazione di informazioni in formato vocale, visuale e tattile (per esempio display touch, scanner 3D, visori per la realtà aumentata).

Blockchain

Non avendo rilevato una definizione dalle classificazioni sopra esposte, si definisce la Blockchain come tecnologia caratterizzante la DSC sulla base della relativa analisi in letteratura. Si tratta di un libro mastro distribuito ossia un database digitale che registra le transazioni di ogni attività in una serie di blocchi e le aggiorna automaticamente, senza richiedere l'intervento di un'autorità centrale per la manipolazione dei dati. Essa può aumentare l'efficienza, l'affidabilità e la trasparenza dell'intera supply chain (Perboli et al., 2018).

3. Analisi statistica

Questo capitolo si sviluppa su tre paragrafi, di cui il primo dettaglia la metodologia di lavoro utilizzata per svolgere l'analisi statistica. Il secondo paragrafo, attraverso un'analisi della letteratura, consente di individuare le variabili indipendenti da analizzare. Infine, nel terzo paragrafo si commentano i risultati prodotti dall'analisi statistica, delineando le variabili che possano contribuire allo sviluppo delle tecnologie 4.0.

3.1 Metodologia di analisi

Per individuare quali variabili abbiano un impatto determinante sul grado innovazione della DSC, è stata svolta un'analisi statistica utilizzando il modello di analisi della varianza (ANOVA). Si tratta di uno degli strumenti più utilizzati dalle moderne statistiche per l'analisi dei dati multifattoriali. Essi forniscono strumenti statistici versatili per studiare la relazione tra una variabile dipendente e una o più variabili indipendenti note come fattori. I modelli ANOVA sono impiegati per determinare se variabili diverse interagiscono e quali fattori o combinazioni di fattori sono più importanti (Sahai e Ageel, 2012). L'analisi della varianza verifica l'ipotesi nulla che le medie di due o più popolazioni siano uguali, mentre l'ipotesi alternativa afferma che almeno una sia diversa. Per eseguire un ANOVA, è necessario disporre di una variabile di risposta continua e almeno un fattore categoriale con due o più livelli. L'ANOVA richiede dati provenienti da popolazioni distribuite approssimativamente normalmente con pari varianza tra i livelli di fattore. Tuttavia, quando l'assunzione della normalità è violata, è possibile ricorrere a trasformazioni del set di dati originale in quanto aggiustano i dati e li rendono adatti all'analisi che si deve eseguire. Il test ANOVA può essere usato per confrontare una variabile di controllo alla volta (in questo caso si parlerà di ANOVA monofattoriale o a una via) oppure per il confronto di più variabili alla volta e delle loro interazioni (ANOVA multifattoriale o a più vie). Per poter eseguire l'analisi occorre disporre di un campione strutturato in modo tale da avere un numero di osservazioni su ogni variabile categoriale simile. Solitamente si preferisce avere un campione ugualmente numeroso per ogni gruppo che compone la variabile di osservazione, questo però non è sempre possibile. Nei

casi in cui i campioni abbiano numerosità diverse si deve tenere conto che questo possa influenzare il risultato dell'analisi e che comunque in ogni caso una differente numerosità del campione rende meno robusta la soluzione trovata. Al fine di analizzare campioni di dimensioni simili, le tecnologie sono state aggregate per affinità di significato e di contenuto nei seguenti gruppi: Cobots, Artificial Intelligence and Augmented Reality, Smart Manufacturing, Blockchain, Big Data e IoT. Nel caso specifico è stata utilizzata One-way ANOVA (ANOVA ad una via) dal momento che si è scelto di confrontare una sola variabile dipendente ed una indipendente alla volta. L'oggetto di studio (variabile risposta) è la Tecnologia, considerata nei sei raggruppamenti sopra elencati. Le variabili indipendenti (descritte al paragrafo 3.2) o variabili categoriali sono quelle che si è scelto di variare sistematicamente durante l'esperimento per determinare il loro effetto sulla variabile di risposta (dipendente) ed in particolare sono: PIL, Crescita del PIL, PIL pro capite, Esportazioni di beni e servizi, Importazioni di beni e servizi, Investimenti diretti esteri, Risultati scolastici, Global Innovation Index, Global Competitiveness Index, Households with internet access, Spese per ricerca e sviluppo, Rapporto occupazione/popolazione, 15+, Credito interno al settore privato, Qualità normativa.

A livello operativo si è proceduto come segue. La tabella relativa al dataset è stata inserita in Minitab riportando in due colonne separate la tecnologia ed i dati della variabile indipendente ad essa associata. Selezionando il menù: Stat - ANOVA - One-Way, Minitab fornisce l'output dell'ANOVA include il p-value, i grafici dei residui (Residual Plots), gli intervalli di fiducia relativi alla variabile indipendente (Interval Plot) e R^2 (R-squared). Il p-value è una probabilità che misura l'evidenza rispetto all'ipotesi nulla. Per determinare se l'associazione tra la risposta e ciascun fattore nel modello sia statisticamente significativa, bisogna confrontare il p-value con il livello di significatività per valutare l'ipotesi nulla. Le probabilità più basse forniscono prove più forti contro l'ipotesi nulla. L'ipotesi nulla è che non vi sia alcuna associazione tra il fattore e la risposta. Di solito, un valore soglia (indicato come α o alfa) di 0.05 è significativo. Un livello di significatività di 0.05 indica un rischio del 5% nel concludere erroneamente che esista un'associazione quando in realtà non esiste un'associazione effettiva (Bewick et al., 2004). Se il p-value è inferiore o uguale al livello di significatività, si rifiuta l'ipotesi nulla e si conclude che esiste un'associazione statisticamente significativa tra la variabile di risposta ed il fattore. Al contrario, se il p-value è maggiore del livello di significatività, non è possibile concludere che esista un'associazione tra la variabile di risposta ed il

fattore. L'esame dei grafici dei residui serve a determinare se i presupposti ordinari dei minimi quadrati siano stati soddisfatti e per esaminare la bontà di adattamento nella regressione (Vicario e Levi, 2019). Il primo passo è verificare l'assunto che i residui siano normalmente distribuiti, osservando sul diagramma di probabilità normale (Normal Probability Plot) se i residui approssimino una linea retta. Nel caso di non normalità si è ricorso alla trasformazione logaritmica della variabile di risposta. Il suo vantaggio è quello di modificare il dato per renderlo più facilmente interpretabile ed analizzabile. Successivamente, si procede con l'indagine degli outliers (punti anomali o lontani dallo zero) mediante la lettura dei grafici dei residui Versus Fits e Versus Order. Il grafico Versus Fits serve a capire se il modello sia adeguato e soddisfi l'assunto di residui distribuiti casualmente e aventi una varianza costante. Idealmente, i punti dovrebbero cadere casualmente su entrambi i lati rispetto allo 0, senza schemi riconoscibili nei punti. Se le ipotesi non vengono soddisfatte, il modello potrebbe non adattarsi bene ai dati e si dovrebbe prestare attenzione quando si interpretano i risultati. Diversamente, il grafico Versus Order permette di visualizzare i residui nell'ordine in cui i dati sono stati raccolti, evidenziando se dall'insieme dei dati emerge ad esempio un trend, un cambio di curva o un ciclo. Una volta individuati tali punti anomali, si esegue l'analisi senza queste osservazioni per determinare come influiscano sui risultati. Quando il risultato del test è significativo, si interpretano i risultati ricorrendo al diagramma degli intervalli (Interval Plot) per visualizzare la media e l'intervallo di confidenza per ciascun gruppo. Ogni punto rappresenta una media campionaria mentre ogni intervallo è un intervallo di confidenza del 95% per la media di un gruppo. In altre parole, si ha la sicurezza al 95% che una media del gruppo rientri nell'intervallo di confidenza del gruppo. Infine, per valutare la bontà del test ANOVA si analizzano l'R-squared e l'R-squared adjusted che indicano la percentuale di variabilità che il modello è in grado di interpretare. Si tratta di un valore sempre compreso tra 0 e 1: più è grande più indica che la variabile indipendente spiega bene quella dipendente mentre più è vicino allo zero più le due variabili non sono collegate. L'R-squared è molto utile quando si confrontano modelli della stessa dimensione. Tuttavia, nell'interpretare l'R² occorre considerare che è solo una misura di come il modello si adatta ai dati. Quindi, anche in presenza di un R² elevato, è necessario controllare i grafici residui per verificare che siano soddisfatte le ipotesi del modello (Stock e Watson, 2005).

3.2 Analisi della letteratura sulle variabili indipendenti

L'analisi della letteratura sulle variabili indipendenti è volta a mostrare come esse siano state oggetto di studio da altri autori e in più ambiti di applicazione.

PIL

Il Prodotto Interno Lordo (PIL) o Gross Domestic product (GDP) è una misura importante che riflette lo sviluppo economico e l'allocazione delle risorse (Henderson et al., 2012; Wang et al., 2006). Il livello del PIL è una misura macroeconomica che causa cambiamenti tecnologici o innovazione (Tan, 2004; Guloglu e Tekin, 2012). Altri studi hanno mostrato come i progressi tecnologici abbiano contribuito in modo significativo all'espansione del PIL (Fan, 2011).

Crescita del PIL

La Crescita del PIL (in inglese, GDP growth) rappresenta il tasso di crescita percentuale annuo del PIL a prezzi di mercato basati su valuta locale costante [12]. Rispetto ad altre misure di reddito si tratta di uno strumento utile per confrontare le dinamiche dello sviluppo economico nel tempo e tra economie di dimensioni diverse (Fotis et al., 2017). Il tasso di crescita del PIL è ampiamente riconosciuto come indicatore della velocità dello sviluppo economico (Fan, 2011). Numerosi studi hanno stabilito e confermato un legame positivo tra l'innovazione tecnologica e la crescita del PIL (Szirmai et al., 2011).

PIL pro capite

Il PIL pro capite è il prodotto interno lordo diviso per la popolazione degli anni, espresso in dollari USA correnti [13]. Diversi autori hanno riscontrato una relazione positiva tra capacità innovativa e PIL pro capite (Porter e Stern, 2001; Tan, 2004).

Esportazioni di beni e servizi ed importazioni di beni e servizi

Le esportazioni di beni e servizi rappresentano il valore di tutti i beni e di altri servizi di mercato forniti al resto del mondo, espresse in percentuale del PIL [14]. Al contrario, le

importazioni di beni e servizi rappresentano il valore di tutti i beni e altri servizi di mercato ricevuti dal resto del mondo, espresse in percentuale del PIL [15]. Il livello di esportazioni è stato studiato in relazione alle performance economiche dei paesi MENA (Middle East and North Africa) (Nabli e Véganzonès-Varoudakis, 2002), alle prestazioni logistiche (Kabak et al., 2018). Diversi autori hanno rilevato un impatto positivo delle innovazioni sulle esportazioni (Hirsch e Bijauoi, 1985; Wagner, 1996; Archibugi e Iammarino, 2002). Il commercio è considerato un mezzo fondamentale per la diffusione internazionale delle innovazioni e della competenza tecnologica (Archibugi e Iammarino, 2002). Anche per le importazioni è stato affermato come esse forniscano un trasferimento di conoscenza e tecnologico (Keller, 2004).

Investimenti diretti esteri (IDE)

Gli investimenti diretti esteri (IDE) o meglio conosciuti con il termine inglese Foreign Direct Investments (FDI) sono definiti come investimenti che implicano una relazione a lungo termine e che riflette un interesse ed un controllo duraturi da parte di un'entità residente in un'economia (investitore diretto estero o impresa madre) in un'impresa residente in un'economia diversa da quella dell'investitore diretto estero (OECD, 1990; IMF, 1993). Gli IDE possono apportare il capitale necessario, in particolare ai paesi in via di sviluppo, contribuire a migliorare i settori manifatturieri e commerciali, introdurre tecnologie più efficienti, aumentare la produzione e le esportazioni locali, creare posti di lavoro, sviluppare competenze locali e apportare miglioramenti alle infrastrutture contribuendo alla crescita economica sostenibile (Alfaro, 2003; Jaiblai e Shenai, 2019). Pertanto, gli IDE influiscono positivamente sulla capacità innovativa dei paesi emergenti (Wu et al., 2017).

Risultati scolastici

I risultati scolastici sono definiti come la percentuale di popolazione di età compresa tra 25 anni e oltre che ha conseguito o completato l'istruzione terziaria a ciclo breve [16]. Un rapporto della World Bank (2002) esamina l'importanza dell'istruzione terziaria per lo sviluppo economico e sociale, concludendo come sia necessaria per la creazione, la diffusione e l'applicazione della conoscenza. Altri autori (Sarker et al., 2016) hanno

valutato l'impatto dell'iscrizione scolastica (terziaria) sulle esportazioni di alta tecnologia. Inoltre, sono stati studiati anche gli effetti dei tassi di iscrizione alla scuola terziaria sulla crescita economica (Yang e McCall, 2014; Ogundari e Awokuse, 2018). Tale indicatore è stato utilizzato per capire se si potesse stabilire una correlazione tra il tasso attuale di istruzione nei paesi e le attività accademiche nel campo dell'AR. È stato riscontrato come un incremento in materia di istruzione negli ultimi anni abbia contribuito al miglioramento dell'AR (Altinpulluk, 2019).

GLOBAL INNOVATION INDEX

Nel 2007, la INSEAD Business School, la Cornell University e l'Organizzazione mondiale della proprietà intellettuale (WIPO) hanno sviluppato il GII per valutare il livello di potenziale innovativo nei sistemi socioeconomici nazionali e sostenere lo sviluppo di politiche e pratiche che stimolino l'innovazione. Il GII dipende da due sottoindici, il sottoindice di input dell'innovazione ed il sottoindice di output dell'innovazione, ognuno costruito su più pilastri. Nel corso degli anni, questo indice è migliorato e, nel 2015 includeva 79 indicatori suddivisi in cinque fattori abilitanti degli input (istituzioni, capitale umano e ricerca, infrastruttura, sofisticazione del mercato e sofisticazione del business) e due attivatori di output (output di conoscenza e tecnologia e output creativi) (Crespo e Crespo, 2016). Il GII è un indice molto utilizzato per misurare la capacità innovativa ed il progresso tecnologico di un paese (Ye Sheng e Wong, 2012; Atayero et al., 2016).

GLOBAL COMPETITIVENESS INDEX

Il World Economic Forum (WEF) pubblica annualmente il Global Competitiveness Index (GCI), per tenere traccia delle prestazioni dei paesi su 12 pilastri della competitività (Schwab, 2017). Il GCI analizza la competitività lungo 12 pilastri: istituzioni, infrastrutture, ambiente macroeconomico, salute e istruzione primaria, istruzione superiore e formazione, efficienza del mercato dei beni, efficienza del mercato del lavoro, sviluppo del mercato finanziario, prontezza tecnologica, dimensioni del mercato, raffinatezza e innovazione aziendale. Questi sono, a loro volta, organizzati in tre sottoindici in linea con tre fasi principali di sviluppo: requisiti di base, fattori di

miglioramento dell'efficienza e fattori di innovazione e sofisticazione. Ai tre sottoindici, sono attribuiti pesi diversi nel calcolo dell'indice complessivo, in base allo stadio di sviluppo di ciascuna economia, in base al PIL pro capite e alla quota delle esportazioni rappresentate dalle materie prime minerali. Il GCI valuta i principali fattori e le istituzioni che determinano il miglioramento nella crescita e competitività a lungo termine dei paesi. (Ekici et al., 2019). Ad esempio, è stato analizzato l'effetto dei pilastri del Global Competitiveness Index (GCI) sulle prestazioni logistiche (Ekici et al., 2019). L'innovazione come componente del GCI è anche rilevante per catturare il grado di attività e sofisticazione del mercato. Pertanto, è stato considerato un indice completo per valutare il grado di prontezza dell'adozione dell'IoT (Atayero et al., 2016).

Households with internet access

Households with internet access si riferisce alla percentuale di famiglie con accesso a Internet a casa. Nel corso degli anni diversi autori hanno utilizzato tale indicatore (Seybert, 2011; Middleton e Sorensen, 2006), ad esempio per valutare lo sviluppo digitale tra le regioni Europee (Lucendo-Monedero et al., 2019). Un recente studio nell'ambito dell'IoT ha riscontrato una relazione positiva esistente tra il numero di famiglie con accesso a Internet e il numero di ricercatori nel campo della scienza e della tecnologia. Tale analisi ha concluso come il numero di famiglie con accesso a Internet sia una rappresentazione della diffusione dell'IoT dal momento che una delle principali infrastrutture in cui l'IoT prospera è Internet (Shenkoya e Dae-Woo, 2019).

Spesa R&S

Le spese domestiche su ricerca e sviluppo (R & S), espresse come percentuale del PIL, includono sia le spese in conto capitale che quelle correnti nei quattro settori principali: imprese, governo, istruzione superiore e privato senza scopo di lucro. La ricerca e lo sviluppo riguarda la ricerca di base, la ricerca applicata e lo sviluppo sperimentale. L'indicatore R&S è stato utilizzato in diverse analisi per capirne la potenziale influenza sullo sviluppo tecnologico ed economico di un Paese. Esse possono contribuire ad aumentare il valore aziendale dell'IT e delle aziende manifatturiere (Sueyoshi e Goto, 2013) nonché migliorare l'innovazione dei prodotti (Sharma et al., 2016) e la capacità

tecnologica di un paese (Guloglu e Tekin, 2012; Karahan, 2015). Ad esempio, negli Stati Uniti, molte spese governative in ricerca e sviluppo sono state dedicate all'innovazione della tecnologia AI (Plan, 2016).

Rapporto occupazione/popolazione

Il rapporto occupazione su popolazione misura la proporzione della popolazione lavorativa di un paese. In letteratura, sono presenti diversi articoli che trattano della relazione tra tasso di occupazione e sviluppo tecnologico. Uno di questi (Aubert-Tarby et al., 2018) dimostra che livelli più elevati di digitalizzazione tendono ad aumentare la probabilità di creazione di posti di lavoro e ridurre la probabilità di distruzione del lavoro. Altri autori sostengono come l'effetto della tecnologia sull'occupazione varia notevolmente tra diverse industrie (Chang e Hong, 2016), in particolare Bessen (2017) ha suggerito che le tecnologie di oggi potrebbero causare il declino di alcune industrie e la crescita di altre. L'automazione potrebbe non causare una disoccupazione di massa, ma potrebbe anche richiedere ai lavoratori di passare in modo dirompente a nuove industrie, che comportano nuove competenze e professioni.

Credito interno al settore privato

Il credito interno al settore privato (Domestic credit to private sector) si riferisce alle risorse finanziarie erogate al settore privato tramite prestiti, acquisti di titoli non azionari, crediti commerciali e altri crediti che stabiliscono un credito per il rimborso (Boutabba, 2014). Tale indicatore è considerato una delle misure di sviluppo finanziario più utilizzate in letteratura (Shahbaz et al., 2016, 2017; Mahalik et al., 2017).

Qualità normativa

La qualità normativa (in inglese, regulatory quality) è stata definita come la capacità del governo di un paese di formulare ed attuare solide politiche e regolamenti per promuovere la crescita e lo sviluppo (Kaufmann et al., 2011). Questo indicatore è misurato su una scala continua che varia da -2.5, indicando una debole qualità normativa a +2,5, indicando una forte qualità normativa applicata dal singolo governo di un paese. In base alla

definizione di World Bank si tratta di un costrutto multidimensionale costituito da una miriade di fattori tra cui la facilità delle procedure amministrative per la creazione di una nuova impresa, le politiche che si occupano delle normative fiscali e commerciali per un'azienda esistente, il ruolo delle attuali leggi sul lavoro a sostegno delle imprese e se le normative ambientali danneggiano la competitività (Wiengarten et al., 2015). Il contributo normativo può essere un elemento utile per l'uso dell'e-business (Kaynak et al., 2005; Zhu e Kraemer, 2005) e svolgere un ruolo fondamentale nell'accelerare l'integrazione della catena di approvvigionamento (Zhu et al., 2004). Billon et al. (2010) hanno dimostrato come una forte qualità normativa abbia un'influenza positiva sui livelli di digitalizzazione.

3.3 Descrizione dataset e statistiche qualitative sulle variabili

Il dataset è composto da 124 progetti, di cui 30 relativi alla Blockchain, 18 ai Big Data, 18 ad AR and AI, 19 allo Smart Manufacturing, 18 ai Cobots e 20 all'IoT. Può trattarsi di idee progettuali ossia progetti non ancora concretizzati, progetti pilota (per cui è stata effettuata almeno una prima applicazione) oppure progetti consolidati (quando l'uso di una specifica tecnologia è assodato) individuati tramite mezzi di ricerca quali Google Scholar, Science Direct ed Emerald. In Appendice è disponibile l'elenco completo dei progetti costituenti il dataset. Come primo passo, ad ogni progetto sono stati associati l'anno ed il luogo in cui esso ha avuto applicazione (nel caso di mancanza di informazioni, si è assunto il luogo dove ha sede la casa madre). Successivamente, sono state individuate variabili di contesto economico-sociali (introdotte al paragrafo precedente) che potessero avere una possibile correlazione con l'innovazione sulla DSC. I valori di tali variabili provengono per lo più da World Bank [17] ad eccezione dell'indice Households with Internet access per cui si è ricorso anche a Statista+ [18]. Per quanto riguarda il GII, i dati si riferiscono a report pubblicati annualmente dall'Organizzazione Mondiale della Proprietà Intellettuale (Wipo), in collaborazione con la Cornell University e la Business School INSEAD, che classificano ogni anno i Paesi del mondo in relazione alla loro capacità di innovazione [19]. Infine, il numero di progetti è stato collegato esclusivamente alle variabili quantitative mediante il software statistico Minitab in modo da determinare se la relazione tra il fattore fisso (Tecnologia) e la variabile risposta fosse significativa.

Nella Tabella 11 si riportano le statistiche qualitative relative ad ogni variabile. Nel dettaglio, media, deviazione standard, minimo, massimo, primo quartile e terzo quartile:

- ✚ La media è la media dei dati, che è la somma di tutte le osservazioni divise per il numero di osservazioni.
- ✚ La deviazione standard (StDev) è la misura più comune di dispersione e serve per determinare la distribuzione dei dati dalla media. Un valore di deviazione standard più elevato indica una maggiore diffusione nei dati.
- ✚ I quartili sono tre valori: il primo quartile al 25% (Q1), il secondo quartile al 50% (Q2 o mediana) e il terzo quartile al 75% (Q3) che dividono un campione di dati ordinati in quattro parti uguali. Il primo quartile è il 25° percentile e indica che il 25% dei dati è inferiore o uguale a questo valore. Il terzo quartile è il 75° percentile e indica che il 75% dei dati è inferiore o uguale a questo valore.
- ✚ Il minimo ed il massimo sono rispettivamente il valore più piccolo e più grande del dataset. Si utilizza il minimo e/o il massimo per identificare un possibile valore anomalo o un errore di immissione dei dati.

Tabella 11: Statistiche qualitative sulle variabili indipendenti

Variabile	Media	StDev	Minimo	Q1	Q3	Massimo
Anno	2016,9	1,60	2011,0	2016,0	2018,0	2019,0
PIL (corrente US \$)	10,510	1,272	7,225	9,567	11,476	14,272
Crescita del PIL (% annuale)	0,3746	0,2351	-0,3098	0,2434	0,3895	1,0106
PIL pro capite (corrente US \$)	40077	18902	768	32110	57904	80343
Esportazioni di beni e servizi (% del PIL)	1,4232	0,3139	0,8886	1,0814	1,6708	2,3286
Importazioni di beni e servizi (% del PIL)	1,4383	0,2935	1,0634	1,1770	1,5964	2,8599
Investimenti diretti esteri (\$)	1,60284E+11	1,49128E+11	-3436000000	3838950000	3,54828E+11	5,09087E+11
Risultati scolastici (%)	29,25	13,22	1,09	14,35	43,51	61,93
Global Innovation Index	54,132	8,290	24,160	47,773	60,090	67,690
Global Competitiveness Index	5,3060	0,5203	3,7800	5,0000	5,7000	5,8600
Households with internet access (% famiglie)	1,8604	0,1905	0,4548	1,8783	1,9494	1,9934
Spesa per ricerca e sviluppo (% del PIL)	2,1454	0,7847	0,3320	1,2860	2,7440	4,2270
Rapporto occupazione/ popolazione, 15+, totale (%)	1,7588	0,0575	1,5252	1,7621	1,7751	1,9079
Credito interno al settore privato (% del PIL)	116,43	39,54	17,71	81,33	135,01	233,21
Qualità normativa	1,8998	0,1321	1,1443	1,8751	1,9742	2,0000

3.4 Risultati dell'analisi

In questo paragrafo è presentata l'analisi sugli output ottenuti dall'ANOVA One-Way svolta su Minitab per ogni variabile indipendente. Infine, si identificano quali di esse possano influire sull'innovazione delle specifiche tecnologie.

ANOVA su ANNO

Method

Null hypothesis All means are equal
Alternative hypothesis Not all means are equal
Significance level $\alpha = 0,05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	24,19	4,837	2,80	0,020
Error	112	193,81	1,730		
Total	117	218,00			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,31548	11,09%	7,13%	0,56%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	18	2017,33	1,28	(2016,72; 2017,95)
Big Data	17	2017,12	1,45	(2016,49; 2017,75)
Blockchain	30	2017,43	0,94	(2016,96; 2017,91)
Cobots	17	2016,35	1,87	(2015,72; 2016,99)
IoT	20	2017,10	1,17	(2016,52; 2017,68)
Smart manufacturing	16	2016,25	1,29	(2015,60; 2016,90)

Pooled StDev = 1,31548

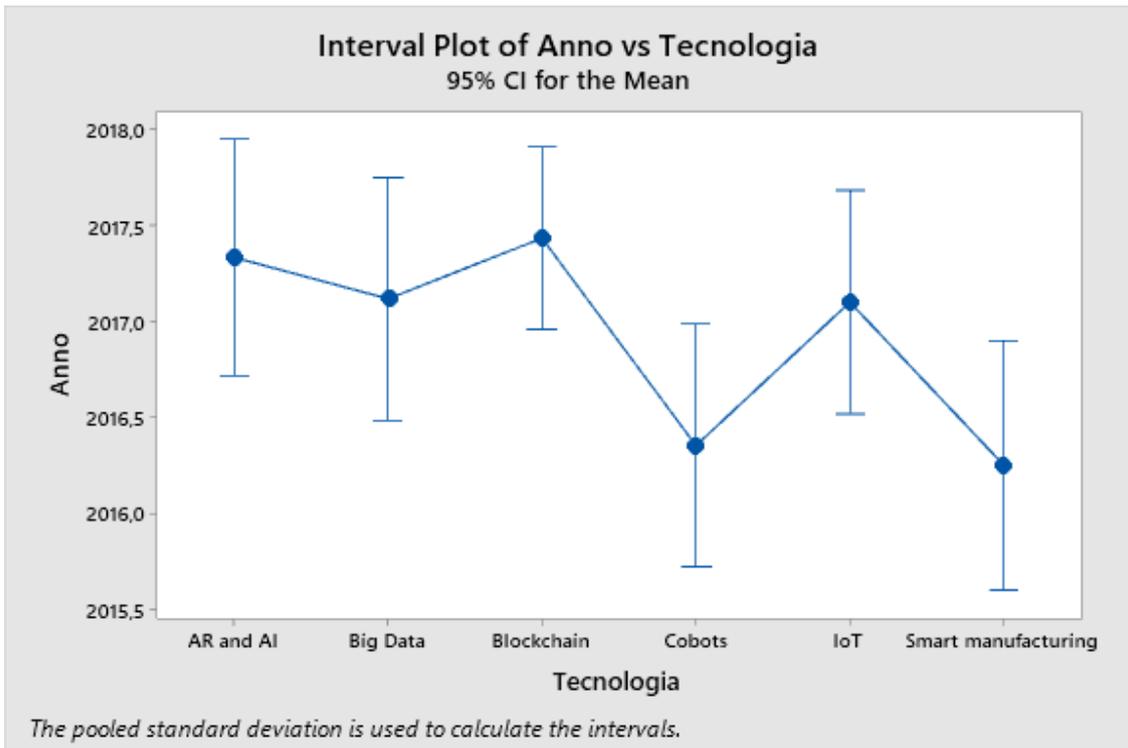


Figura 17: Interval Plot della variabile Anno

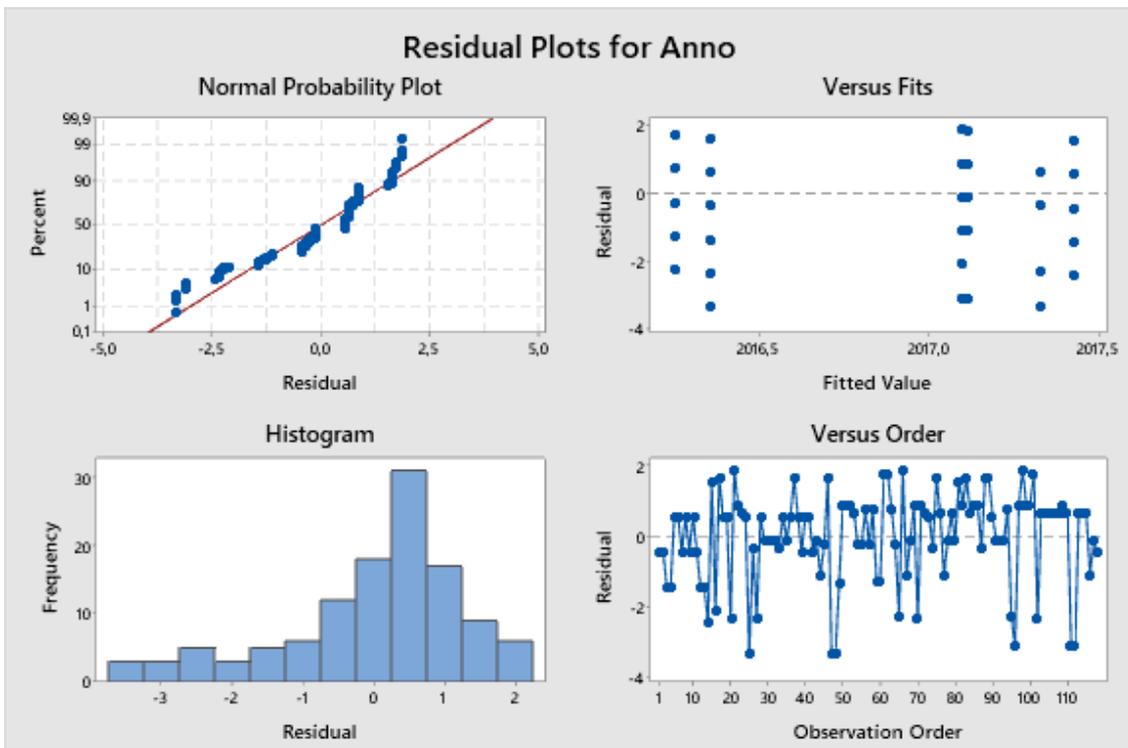


Figura 18: Grafici dei residui della variabile Anno

Si ottiene un p-value di 0.020 per cui è possibile rifiutare l'ipotesi nulla ed affermare che esista una correlazione tra l'Anno in cui il progetto ha avuto applicazione e la tipologia di tecnologia. R-sq indica che l'11.09% della varianza nella tecnologia è spiegata dalla variabile Anno. Dall'Interval Plot (Figura 17) emerge come l'interesse verso tecnologie quali Cobots e Smart Manufacturing nasca prima rispetto ad altre. È da tempo che molte aziende adottano robot collaborativi all'interno dei magazzini allo scopo di facilitare e velocizzare attività di stoccaggio ma anche nella produzione grazie alla loro capacità di interagire con le attrezzature presenti in linea e con gli operatori. Essi consentono di garantire una migliore precisione e qualità del prodotto, ridurre il tempo ciclo e aumentare la produttività della macchina. Anche l'interesse verso l'Additive Manufacturing e l'Advanced Automation non è recente. Ad oggi infatti sono già state implementate diverse applicazioni di droni per la gestione della catena di fornitura, favorendo ad esempio la fase di inventario. Tuttavia, si tratta di tecnologie che sono ancora ampiamente testate mediante progetti pilota e che necessitano ancora di tempo affinché siano adottate su scala globale. Solo recentemente, l'attenzione si è rivolta verso Blockchain e AR and AI. Le maggiori applicazioni sulla Blockchain riguardano la tracciabilità degli alimenti e dei prodotti lungo tutte le fasi della supply chain in modo da garantire ad esempio la trasparenza delle informazioni, prevenire le frodi e aumentare le velocità. Diversamente si può dire sui Big Data. Sono già stati implementati diversi casi di successo fino ad oggi. Dunque, il motivo di un'alta concentrazione dei progetti dal 2017 è attribuito proprio al fatto che si tratta di una tecnologia che inizia ad essere adottata sempre da più imprese.

Anova su PIL

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	10,42	2,085	1,76	0,127
Error	111	131,37	1,184		
Total	116	141,79			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,08790	7,35%	3,18%	0,00%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	18	10,281	1,047	(9,773; 10,790)
Big Data	17	10,434	0,940	(9,911; 10,956)
Blockchain	30	10,478	1,107	(10,085; 10,872)
Cobots	18	10,375	1,046	(9,867; 10,883)
IoT	20	10,212	1,039	(9,730; 10,694)
Smart manufacturing	14	11,238	1,357	(10,662; 11,814)

Pooled StDev = 1,08790

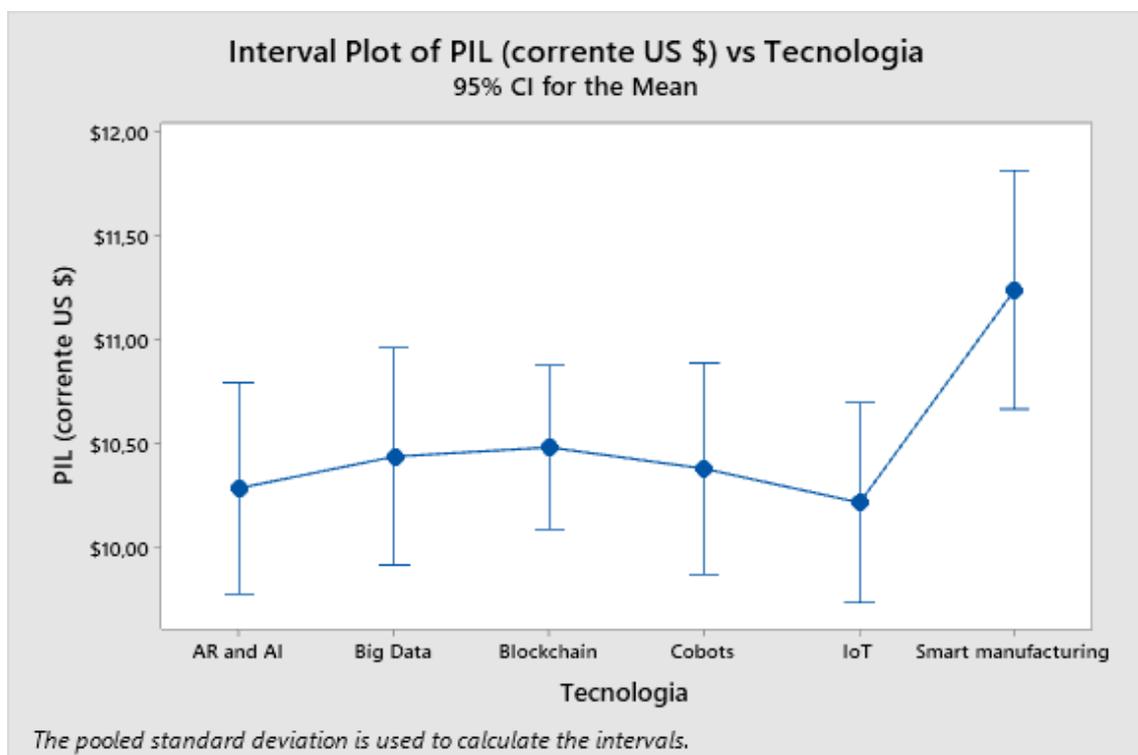


Figura 19: Interval plot della variabile PIL

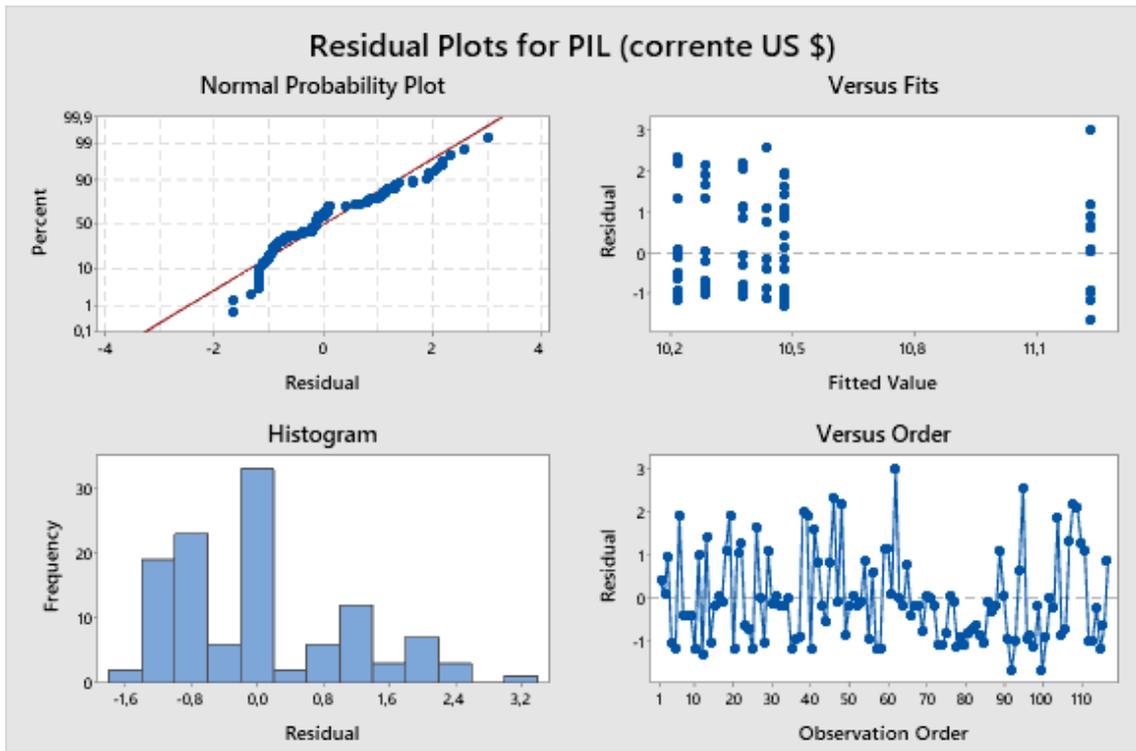


Figura 20: Grafici dei residui della variabile PIL

Il Normal Probability Plot (Figura 20) rispetta l'assunzione di normalità dei dati, eccetto qualche scostamento. Dall'Interval Plot (Figura 19) sembrerebbe che lo Smart Manufacturing si associ a paesi con PIL maggiore. Tuttavia, il p-value di 0.127 dimostra una relazione non significativa tra le due variabili con conclusione che le tecnologie non sono influenzate dal PIL.

ANOVA su Crescita del PIL

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	0,1609	0,03218	0,56	0,732
Error	111	6,3993	0,05765		
Total	116	6,5602			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,240107	2,45%	0,00%	0,00%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	18	0,3242	0,2722	(0,2120; 0,4363)
Big Data	18	0,4123	0,2070	(0,3001; 0,5244)
Blockchain	27	0,4075	0,2816	(0,3160; 0,4991)
Cobots	19	0,3259	0,2691	(0,2168; 0,4351)
IoT	19	0,3910	0,1787	(0,2818; 0,5001)
Smart manufacturing	16	0,3479	0,1772	(0,2289; 0,4668)

Pooled StDev = 0,240107

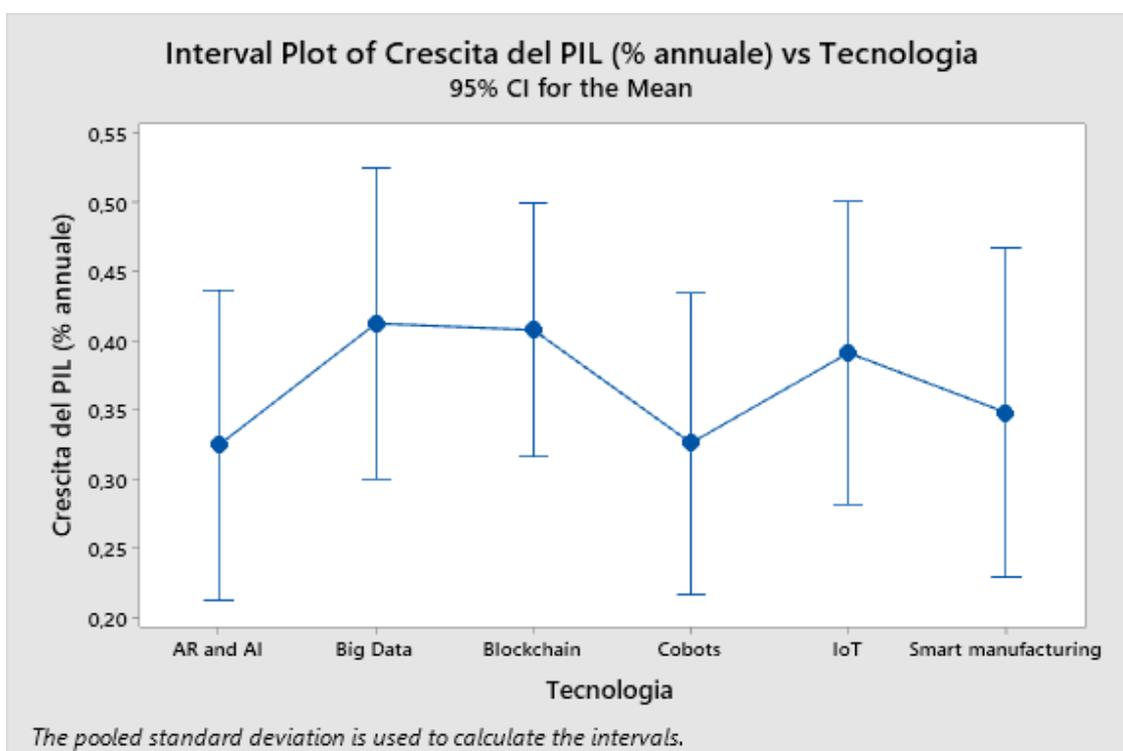


Figura 21: Interval Plot della variabile Crescita del PIL

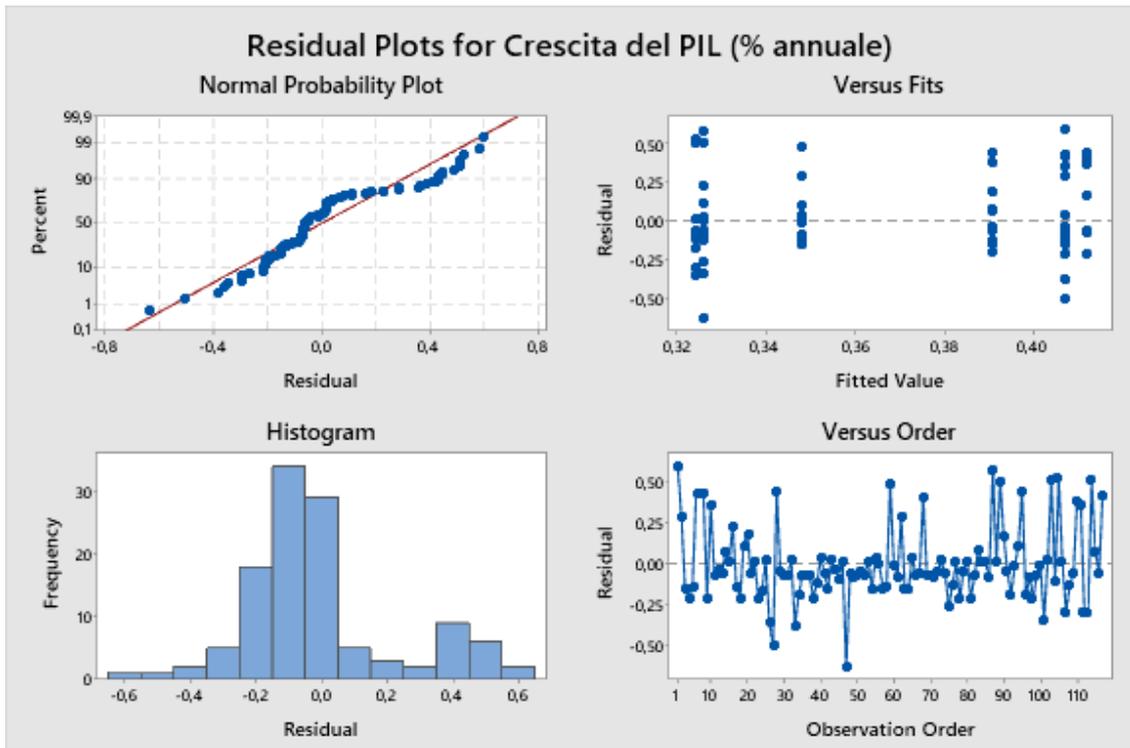


Figura 22: Grafici dei residui della variabile Crescita del PIL

Anche a seguito dell'eliminazione degli outliers, la variabile Crescita del PIL non è significativa nell'influencare la specifica tecnologia (p-value molto superiore a 0.05). Inoltre, i valori di R-sq(adj) e R-sq(pred) nulli e l'R-sq molto basso, sono indici di come la crescita del PIL non riesca a spiegare la variabilità sulla tecnologia.

ANOVA su PIL pro capite

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	3642419265	728483853	2,48	0,036
Error	111	32646726927	294114657		
Total	116	36289146193			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
17149,8	10,04%	5,98%	0,12%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	18	35302	21201	(27293; 43312)
Big Data	17	47503	17242	(39260; 55745)
Blockchain	27	33292	17681	(26752; 39832)
Cobots	18	46354	13492	(38344; 54364)
IoT	20	40523	17011	(32924; 48122)
Smart manufacturing	17	44726	14849	(36484; 52968)

Pooled StDev = 17149,8

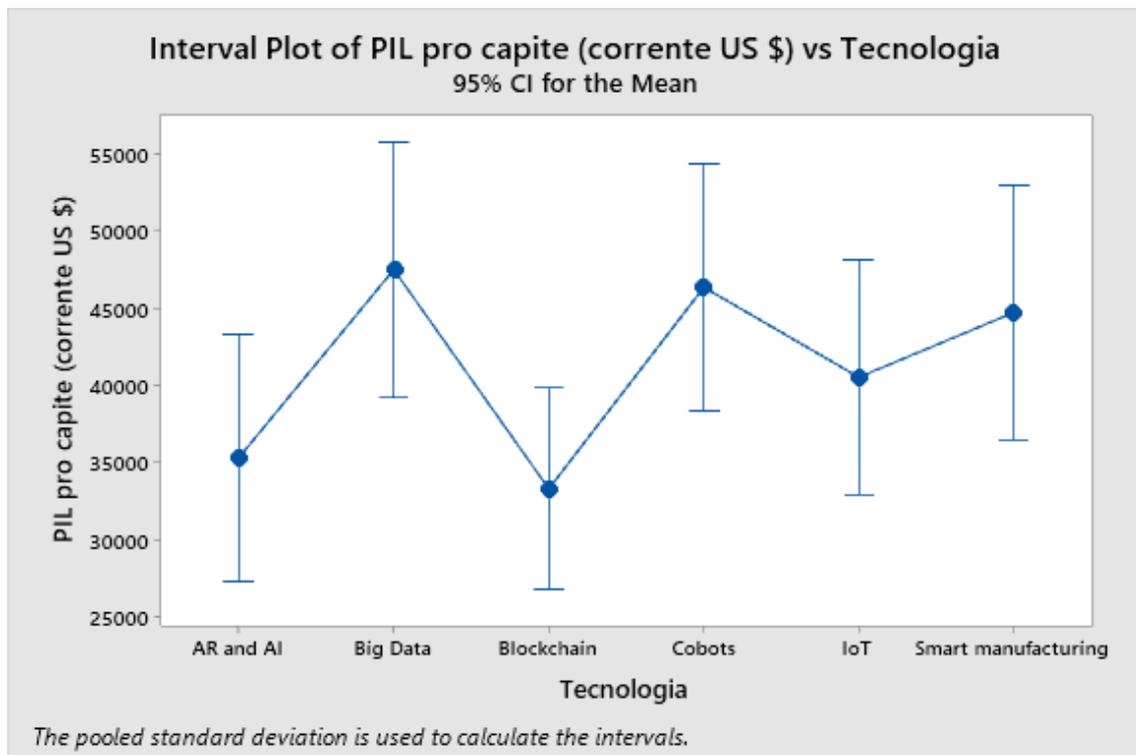


Figura 23: Interval Plot della variabile PIL pro capite

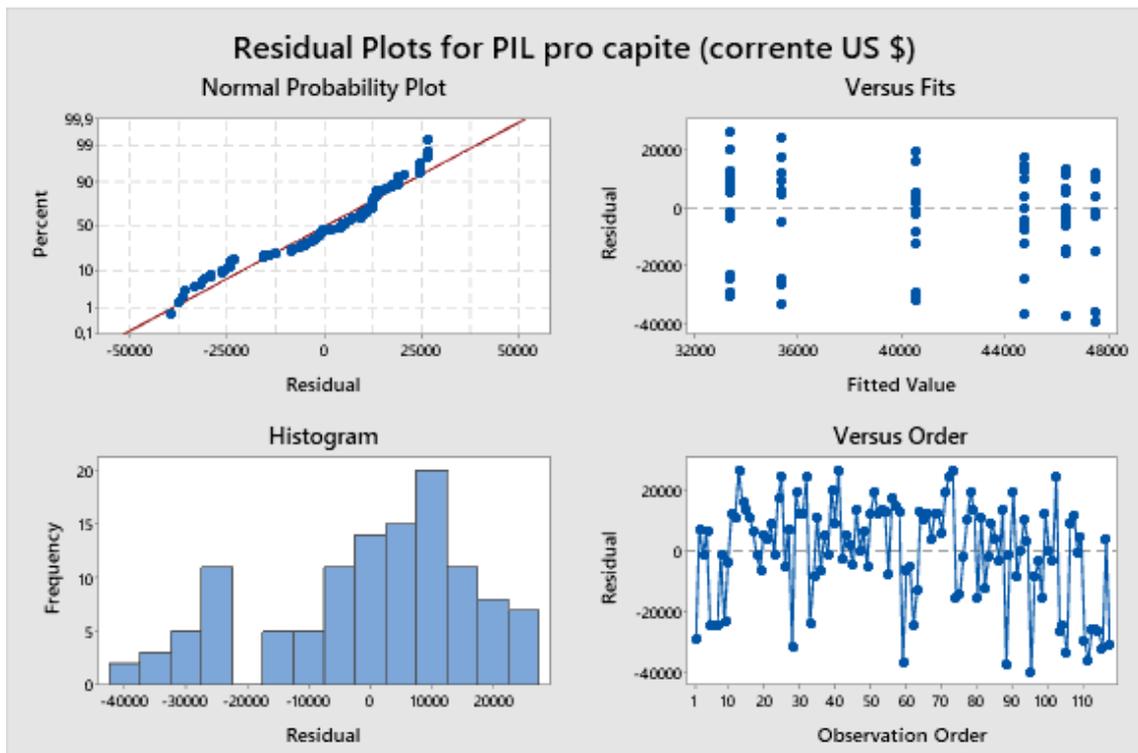


Figura 24: Grafici dei residui della variabile PIL pro capite

Dal Normal Probability Plot (Figura 24) si osserva come la distribuzione dei residui sia approssimabile a quella di un modello lineare, avendo scostamenti minimi da essa. Il p-value di 0,036 (inferiore al valore soglia) indica che lo sviluppo della tecnologia varia in modo significativo in base al PIL pro capite. Per quanto concerne la bontà del modello, un R-sq di 0.10 suggerisce che il 10% di variabilità nella tecnologia è spiegata dalla variabile PIL pro capite. In particolare, ai Big Data e Cobots si associano valori maggiori di PIL pro capite mentre ad AR and AI e Blockchain valori inferiori di PIL pro capite. In altre parole, i risultati dicono che a variazioni di PIL pro capite ci sono tecnologie che si sviluppano di più o di meno ed il numero di progetti relativi ad una data tecnologia aumenta laddove c'è una maggiore crescita del PIL del paese. Dal confronto tra le medie delle varie tecnologie (Figura 23), la media più distante dalle altre è relativa alla Blockchain seguita da AR and AI. Alla luce di questo, evidentemente la Blockchain si sta radicando in quelle realtà in cui c'è un PIL pro capite più basso come l'Africa e l'Asia. Tra gli obiettivi di tale tecnologia vi è quello di garantire la tracciabilità delle merci fin dalle fasi di produzione. Pertanto, il continente africano, essendo fonte di risorse naturali che vanno da metalli preziosi come oro e diamanti a prodotti agricoli come il caffè e tè, si presta bene come base di applicazione. Invece, tecnologie come i Big Data che

presentano una grande maturità e sono molto orizzontali (si utilizzano in più ambiti e coinvolgono tutte le fasi della supply chain) hanno bisogno di un ambiente di business più ricco. La diffusione dei Cobots in paesi ad alto PIL pro capite può essere attribuita all'evoluzione dell'e-commerce che ha portato le imprese a dover soddisfare una domanda sempre più crescente e nel minor tempo possibile. Pertanto, per soddisfare tali requisiti le aziende li utilizzano soprattutto nelle fasi di approvvigionamento e di stoccaggio nei magazzini. La loro applicazione si è anche estesa al settore automotive per assistere l'operatore durante i processi produttivi e al settore aerospaziale per le ispezioni e la manutenzione.

ANOVA su Esportazioni di beni e servizi

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	0,5058	0,10117	1,45	0,213
Error	111	7,7565	0,06988		
Total	116	8,2623			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,264344	6,12%	1,89%	0,00%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	18	1,3936	0,2763	(1,2702; 1,5171)
Big Data	17	1,2777	0,2662	(1,1507; 1,4048)
Blockchain	27	1,4845	0,2571	(1,3837; 1,5853)
Cobots	17	1,3435	0,2418	(1,2164; 1,4705)
IoT	19	1,4030	0,2609	(1,2828; 1,5232)
Smart manufacturing	19	1,4172	0,2834	(1,2971; 1,5374)

Pooled StDev = 0,264344

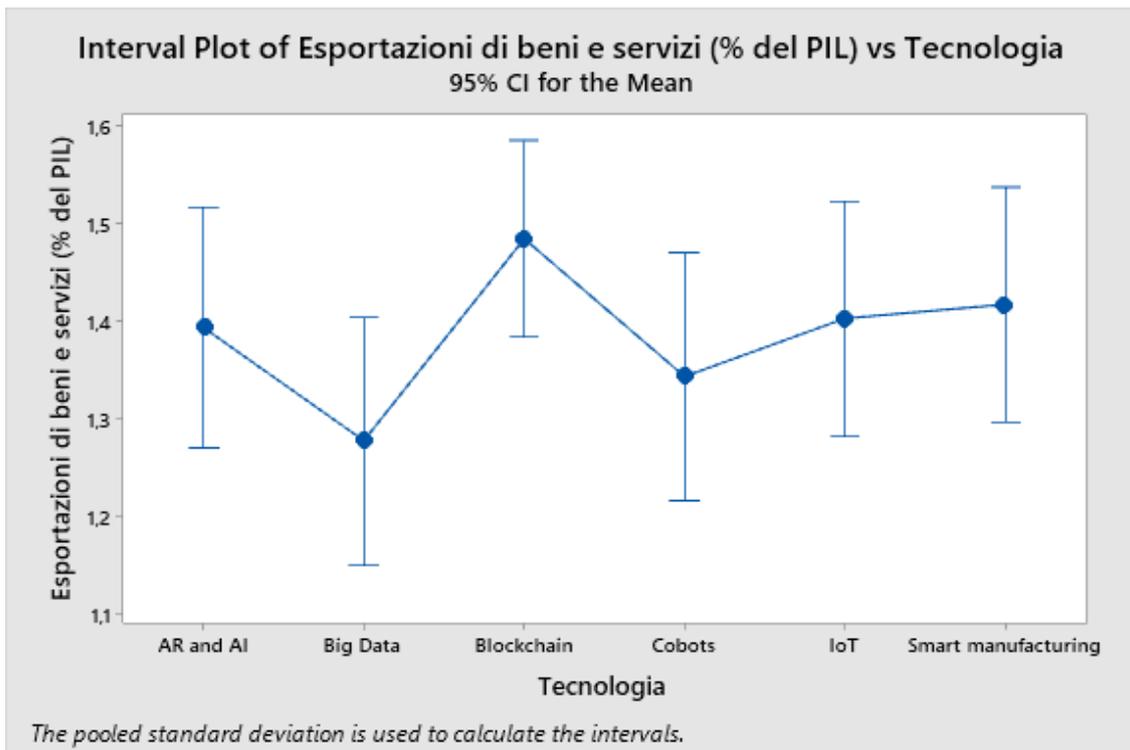


Figura 25: Interval Plot della variabile Esportazioni di beni e servizi

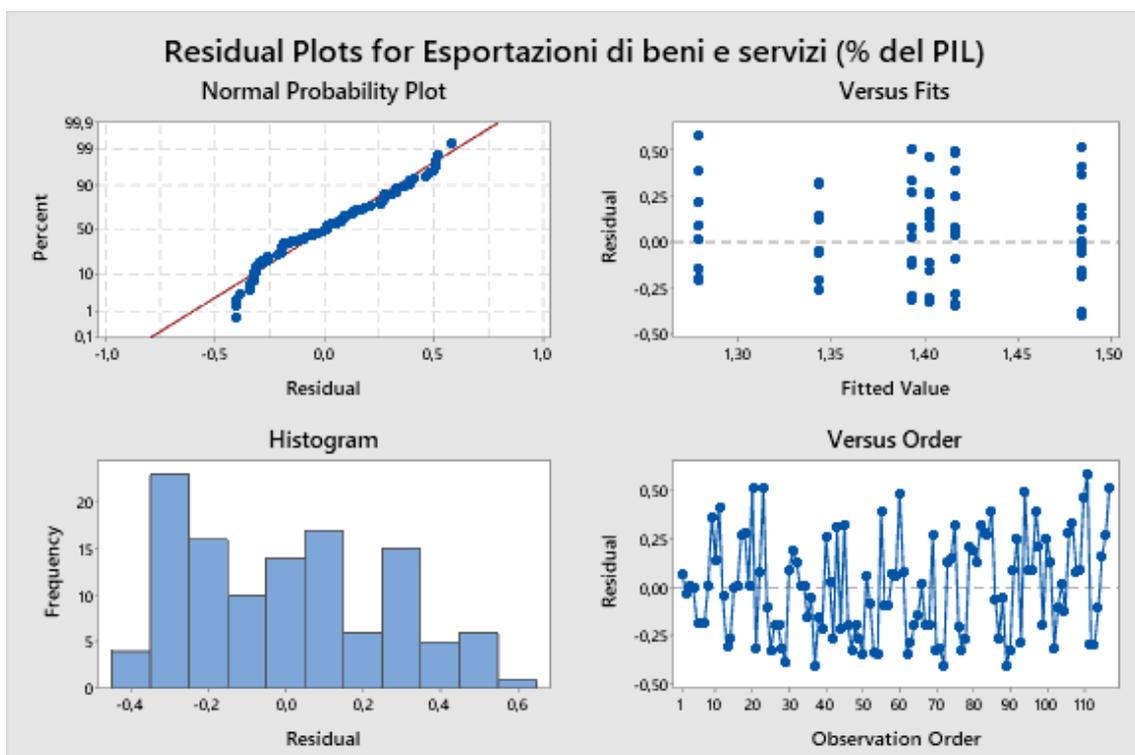


Figura 26: Grafici dei residui della variabile Esportazioni di beni e servizi

Con un p-value di 0.213 non si respinge l'ipotesi nulla ossia si può concludere che la differenza tra le medie delle varie tecnologie non sia significativa. Il motivo di tale risultato potrebbe derivare dal fatto che non basta analizzare il valore delle esportazioni ma bisognerebbe capire il luogo in cui si esporta perché l'esportazione in un paese in via di sviluppo non ha bisogno di tecnologie a supporto così alte rispetto a quelle richieste da un paese altamente sviluppato. Dal momento che il livello di avanzamento tecnologico non è uguale in tutti i paesi in cui si esporta, forse sarebbe stato meglio considerare i vari partner commerciali del paese e non i valori globali.

ANOVA su Importazioni di beni e servizi

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	0,3202	0,06403	1,21	0,309
Error	111	5,8703	0,05289		
Total	116	6,1905			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,229968	5,17%	0,90%	0,00%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	18	1,3810	0,2327	(1,2736; 1,4884)
Big Data	18	1,3643	0,2970	(1,2569; 1,4717)
Blockchain	26	1,5031	0,2255	(1,4137; 1,5925)
Cobots	17	1,3615	0,1739	(1,2510; 1,4720)
IoT	19	1,4033	0,2009	(1,2987; 1,5078)
Smart manufacturing	19	1,4208	0,2319	(1,3162; 1,5253)

Pooled StDev = 0,229968

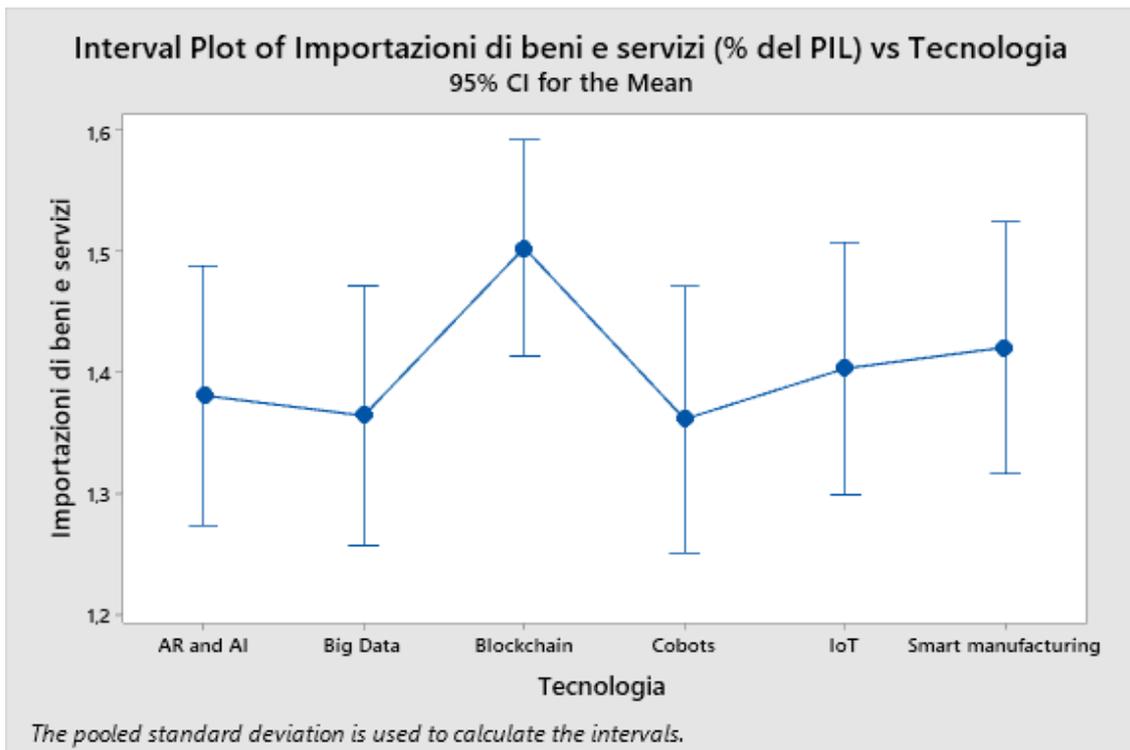


Figura 27: Interval Plot della variabile Importazioni di beni e servizi

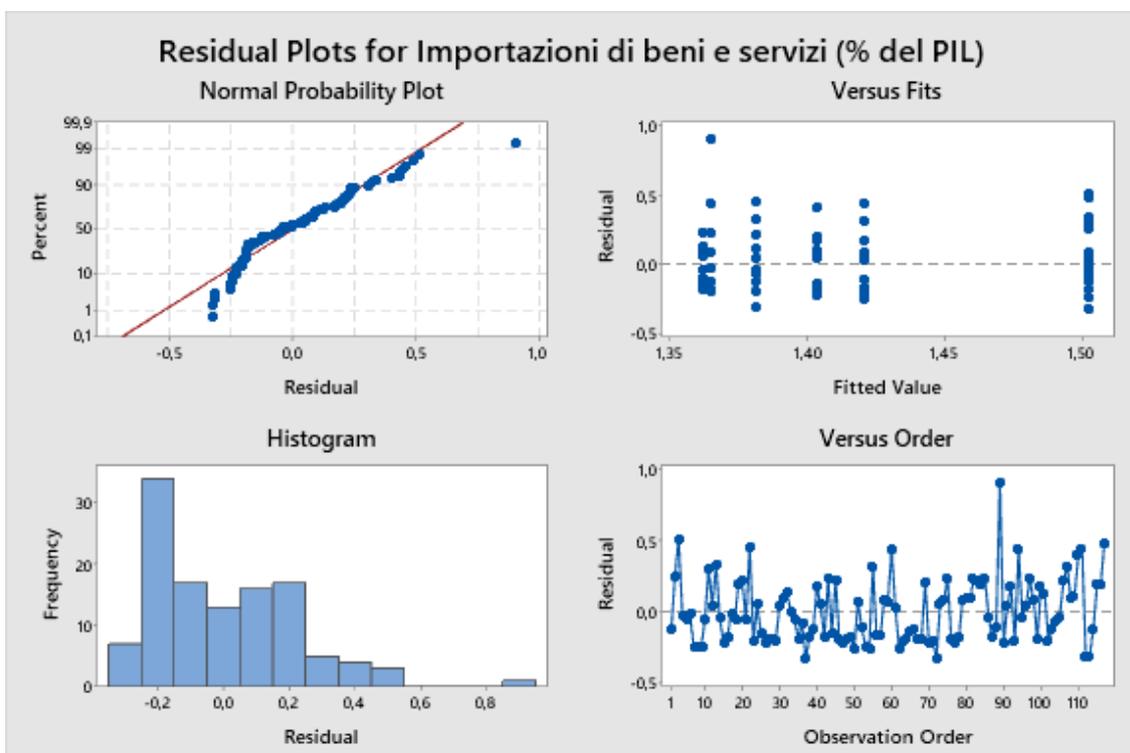


Figura 28: Grafici dei residui della variabile Importazioni di beni e servizi

L'importazione dei beni o servizi, come l'esportazione, non influenza in modo significativo la tecnologia (p-value>0.05) e la motivazione può essere la medesima di quella accennata per le esportazioni.

ANOVA su Investimenti diretti esteri

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	3,77148E+23	7,54296E+22	4,36	0,001
Error	111	1,92089E+24	1,73053E+22		
Total	116	2,29804E+24			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,31550E+11	16,41%	12,65%	6,99%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	18	1,36939E+11	1,27113E+11	(75497190297; 1,98380E+11)
Big Data	15	2,86931E+11	1,22114E+11	(2,19625E+11; 3,54237E+11)
Blockchain	30	97969466667	1,21762E+11	(50377060684; 1,45562E+11)
Cobots	19	1,62890E+11	1,38760E+11	(1,03087E+11; 2,22693E+11)
IoT	19	1,41592E+11	1,40436E+11	(81788783195; 2,01394E+11)
Smart manufacturing	16	1,77875E+11	1,42807E+11	(1,12707E+11; 2,43044E+11)

Pooled StDev = 131549614616

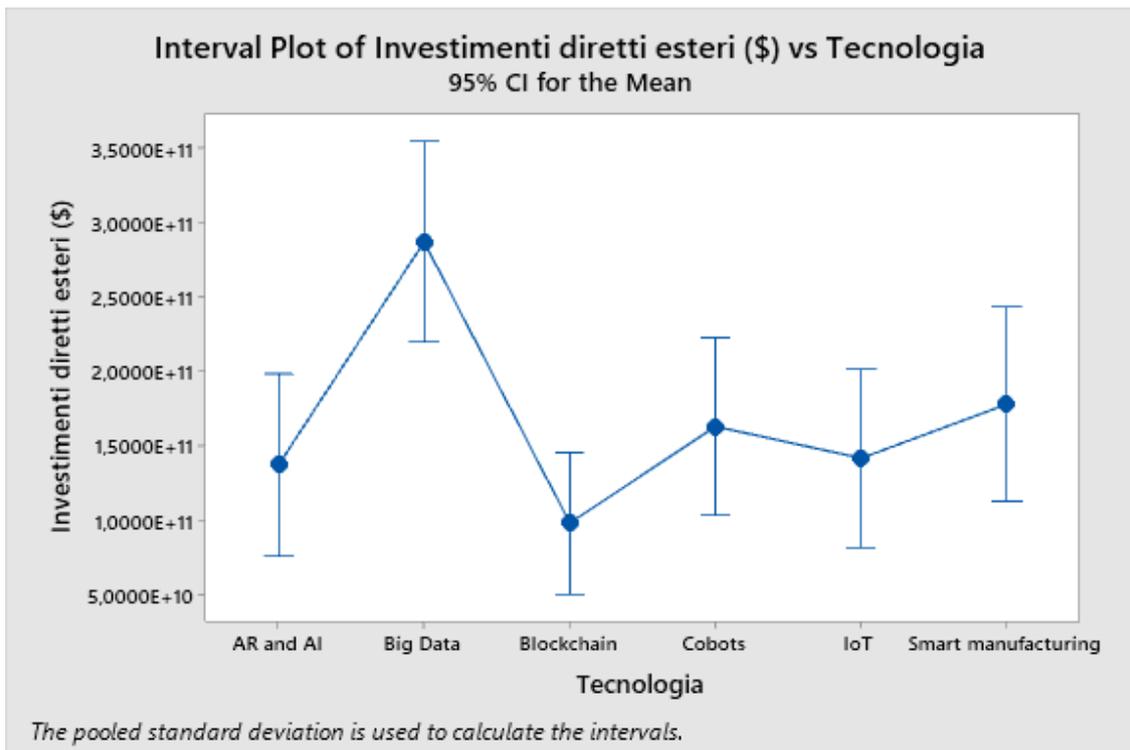


Figura 29: Interval Plot della variabile Investimenti diretti esteri

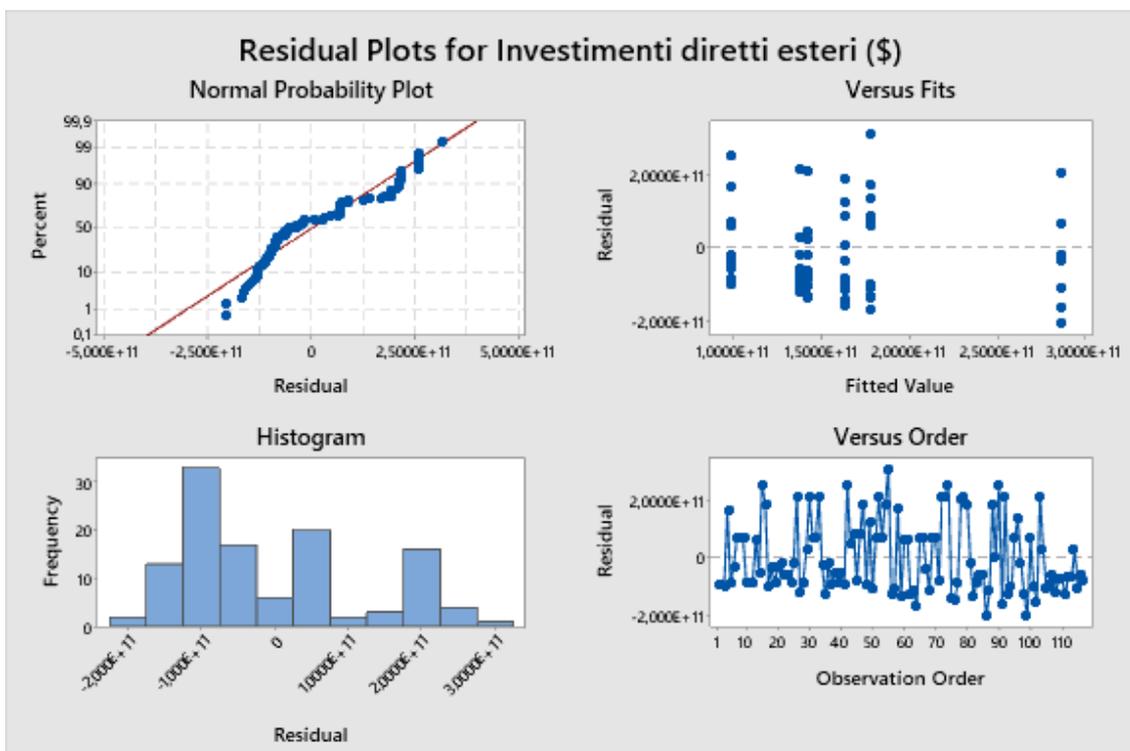


Figura 30: Grafici dei residui della variabile Investimenti diretti esteri

Dal momento che il p-value (0.001) è inferiore al livello di significatività scelto (0.05), l'ipotesi nulla di uguaglianza tra le medie dei sei gruppi di tecnologie deve essere rifiutata ed è quindi possibile affermare che gli investimenti diretti variano in modo significativo al variare della tecnologia. Infatti, dall'Interval Plot (Figura 29) si osserva come i Big Data siano colpiti da investimenti esteri maggiori mentre la tecnologia Blockchain necessita di investimenti nettamente inferiori. Nonostante la seconda sia coinvolta in 30 progetti, contro i 15 dei Big Data, quest'ultima è quella che presenta la media più alta in assoluto. I motivi dei maggiori investimenti diretti esteri sui Big Data possono essere molteplici. Nel mondo della supply chain, tecnologie come i Big Data abbracciano tutte le fasi dal fornitore al cliente finale perché le aziende li utilizzano ad esempio per generare le previsioni della domanda, gestire l'inventario, ottimizzare i livelli di scorta ed i canali di approvvigionamento. Inoltre, dal dataset, emerge che il maggior numero di progetti relativi ai Big Data provenga in primis dagli Stati Uniti, seguiti dalla Cina ossia dalle due principali economie mondiali. Viceversa, i bassi valori di investimenti diretti esteri associati alla Blockchain possono essere dovuti al fatto che essa sia molto presente nei Paesi in via di sviluppo e che pertanto non necessiti di ingenti investimenti. Un altro motivo è che i restanti progetti relativi alla Blockchain sembrano avere una diffusione molto eterogenea anche in Europa dove gli IDE sono bassi perché rispetto ai Paesi emergenti è rimasta indietro per quanto riguarda l'investimento in tecnologie 4.0.

ANOVA su Risultati scolastici

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	611,4	122,3	0,75	0,591
Error	116	19021,8	164,0		
Total	121	19633,2			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
12,8055	3,11%	0,00%	0,00%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	17	26,10	13,02	(19,95; 32,25)
Big Data	18	31,82	13,91	(25,84; 37,79)
Blockchain	29	26,98	13,13	(22,27; 31,69)
Cobots	19	30,68	12,74	(24,86; 36,49)
IoT	20	28,83	12,09	(23,16; 34,50)
Smart manufacturing	19	31,89	11,76	(26,07; 37,70)

Pooled StDev = 12,8055

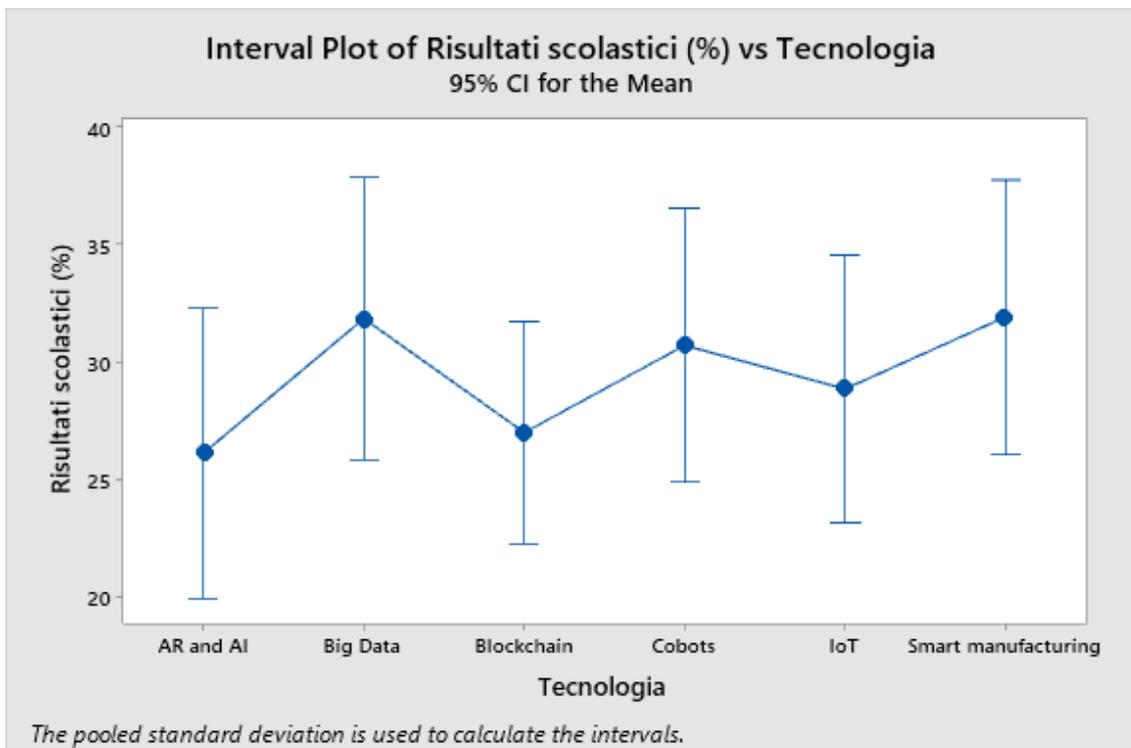


Figura 31: Interval Plot della variabile Risultati scolastici

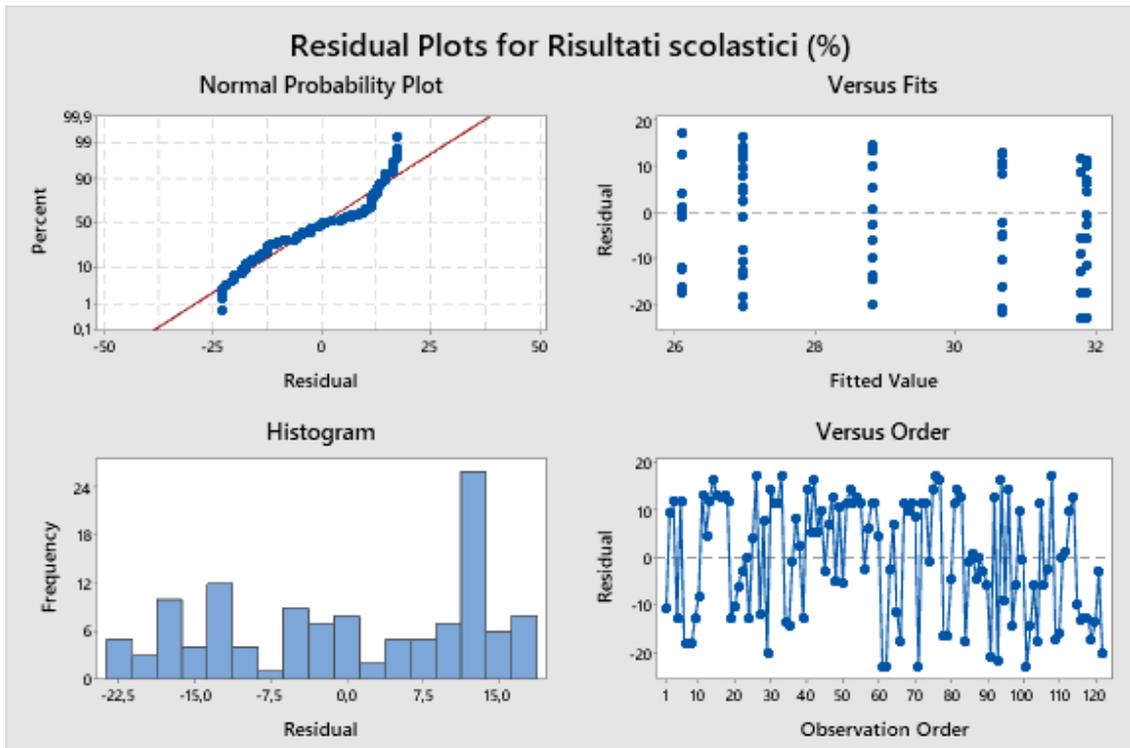


Figura 32: Grafici dei residui della variabile Risultati scolastici

In questo diagramma di probabilità (Figura 32), i dati formano una linea approssimativamente retta per cui la distribuzione normale sembra essere adatta ai dati. Un p-value di 0.591 indica una non significatività dell'associazione tra risultati scolastici e tecnologia. Per quanto influente possa essere lo studio universitario, considerare come indicatore solo la percentuale di persone che possiedono una laurea a ciclo breve potrebbe essere una limitazione rispetto ad un campione più ampio come la laurea a ciclo completo. Il motivo potrebbe essere legato al fatto che nei primi anni di studio non ci si concentra su temi altamente innovativi quali quelli trattati ed inoltre, non tutte le tipologie di studio possono influire sullo sviluppo di una tecnologia rispetto ad un'altra. Ad esempio, si potrebbe considerare la percentuale di studenti universitari iscritti alle materie scientifiche e ingegneristiche nella popolazione di quella fascia d'età.

ANOVA su Global Innovation Index

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	295,0	58,99	1,35	0,248
Error	111	4842,1	43,62		
Total	116	5137,1			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6,60476	5,74%	1,50%	0,00%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	17	53,21	9,38	(50,04; 56,39)
Big Data	18	56,02	5,97	(52,93; 59,10)
Blockchain	26	53,30	6,87	(50,73; 55,86)
Cobots	18	56,95	4,51	(53,86; 60,03)
IoT	19	55,41	5,75	(52,41; 58,42)
Smart manufacturing	19	57,06	6,26	(54,06; 60,06)

Pooled StDev = 6,60476

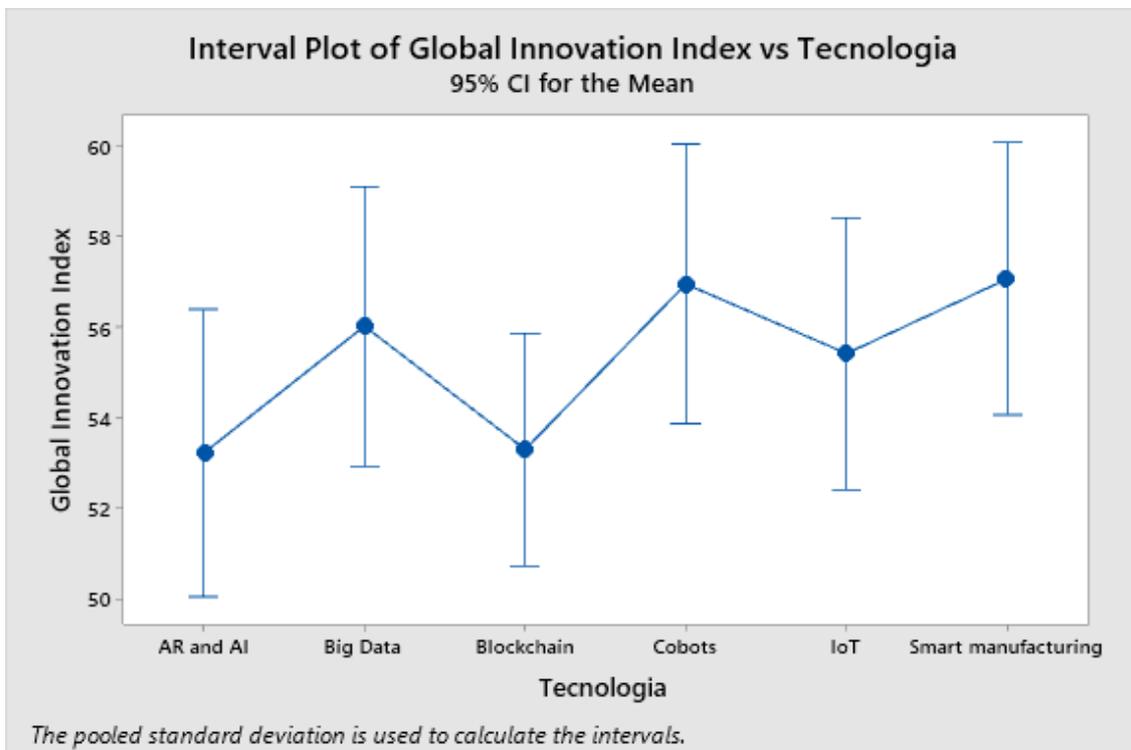


Figura 33: Interval Plot della variabile Global Innovation Index

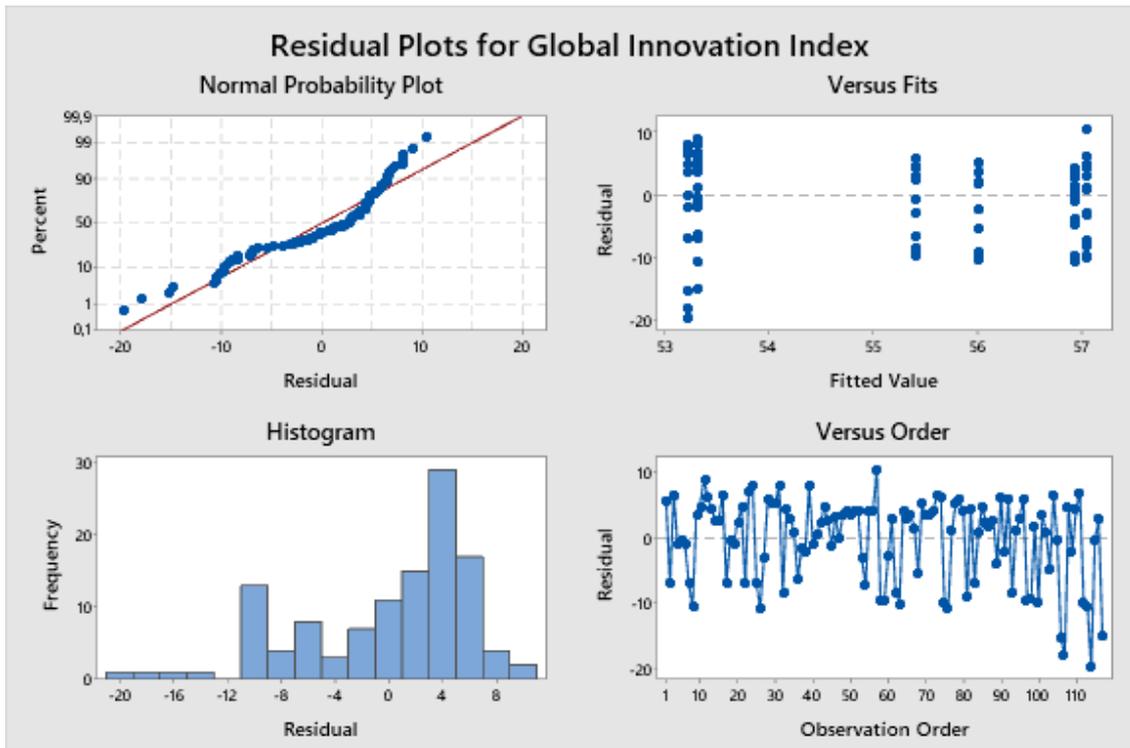


Figura 34: Grafici dei residui della variabile Global Innovation Index

Un p-value di 0.248 indica che tutte le medie del GII per le varie tecnologie sono uguali ossia che lo sviluppo di una determinata tecnologia non è influenzato particolarmente dal valore del GII. Si può sostenere come alle tecnologie non siano associati valori più alti o più bassi di innovazione.

ANOVA su Global Competitiveness Index

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	1,715	0,3429	1,49	0,198
Error	115	26,417	0,2297		
Total	120	28,131			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,479281	6,10%	2,01%	0,00%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	16	5,361	0,481	(5,124; 5,599)
Big Data	18	5,493	0,466	(5,270; 5,717)
Blockchain	29	5,1424	0,5166	(4,9661; 5,3187)
Cobots	19	5,414	0,464	(5,196; 5,631)
IoT	20	5,340	0,520	(5,128; 5,552)
Smart manufacturing	19	5,3911	0,3918	(5,1733; 5,6089)

Pooled StDev = 0,479281

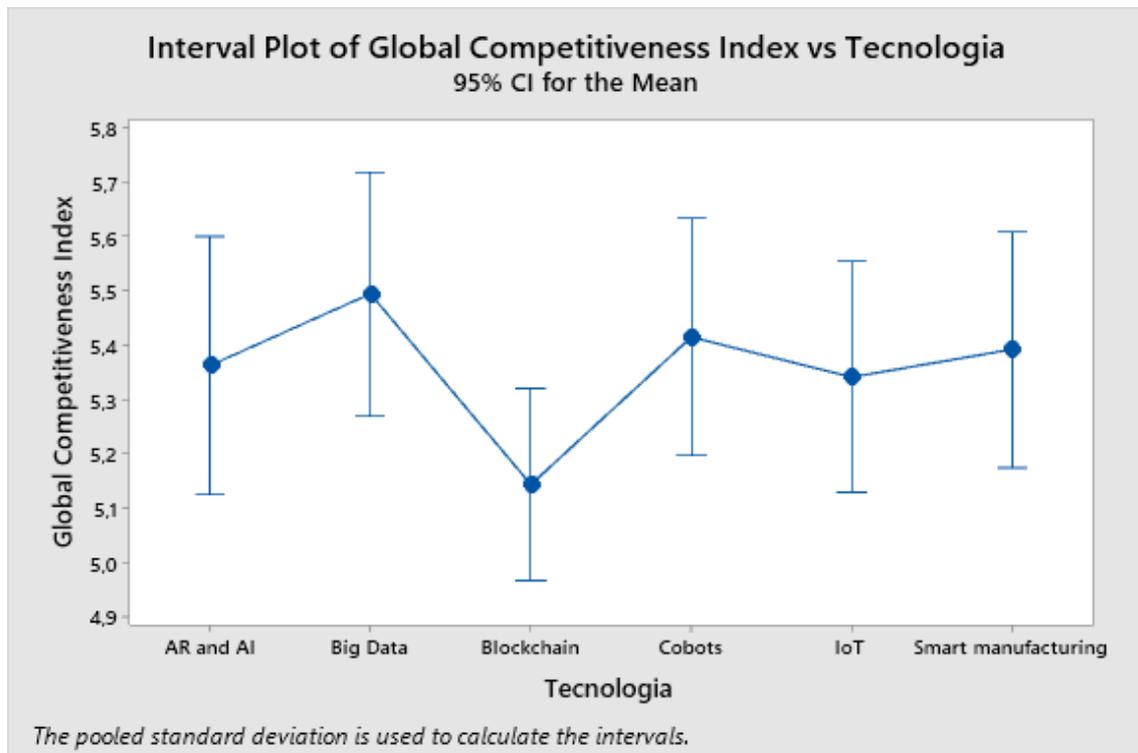


Figura 35: Interval Plot della variabile Global Competitiveness Index

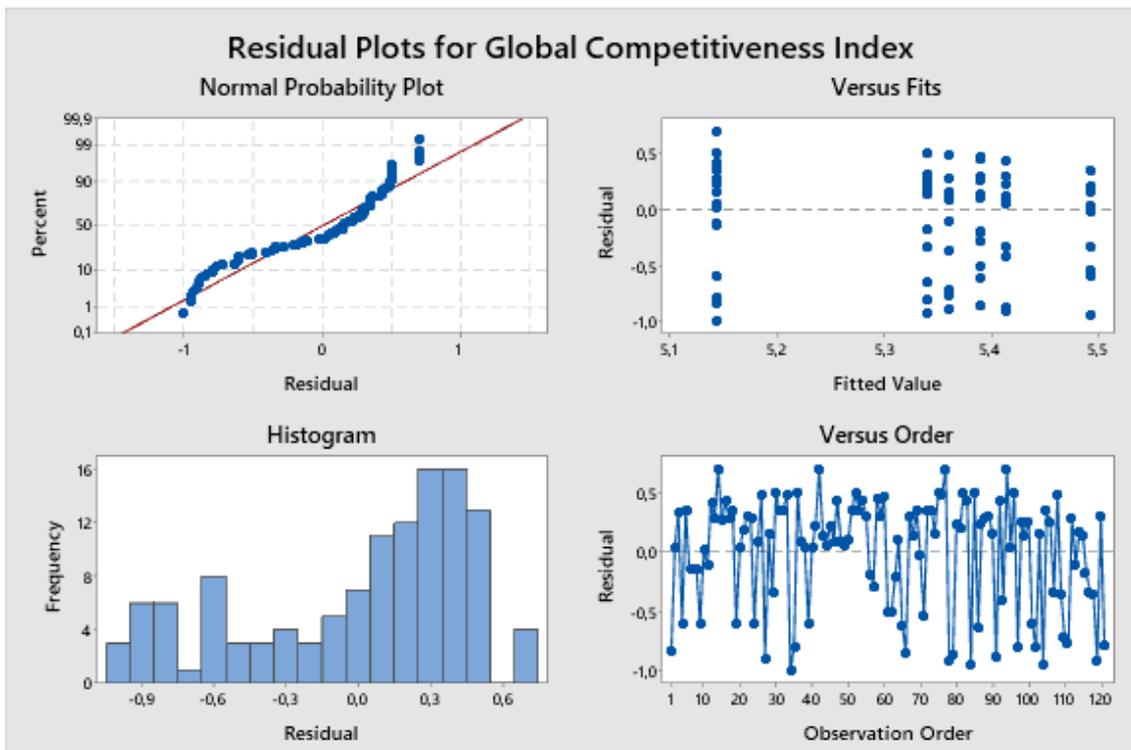


Figura 36: Grafici dei residui della variabile Global Competitiveness Index

Le ipotesi di normalità della distribuzione e di casualità nella distribuzione dei residui sembrano essere soddisfatte. In particolare, dal Versus Order non emerge una particolare tendenza dei residui. Il p-value di 0.198 indica che tra la Tecnologia e il GCI non vi è una relazione significativa. Un problema è che l'indice di competitività globale confronta paesi e fattori diversi.

ANOVA su Households with internet access

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	0,02304	0,004608	0,53	0,755
Error	113	0,98761	0,008740		
Total	118	1,01065			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0934876	2,28%	0,00%	0,00%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	17	1,8713	0,1168	(1,8264; 1,9162)
Big Data	18	1,8732	0,0988	(1,8295; 1,9169)
Blockchain	28	1,8908	0,0998	(1,8558; 1,9258)
Cobots	18	1,9041	0,0675	(1,8604; 1,9478)
IoT	19	1,9106	0,0710	(1,8681; 1,9531)
Smart manufacturing	19	1,8953	0,0959	(1,8528; 1,9378)

Pooled StDev = 0,0934876

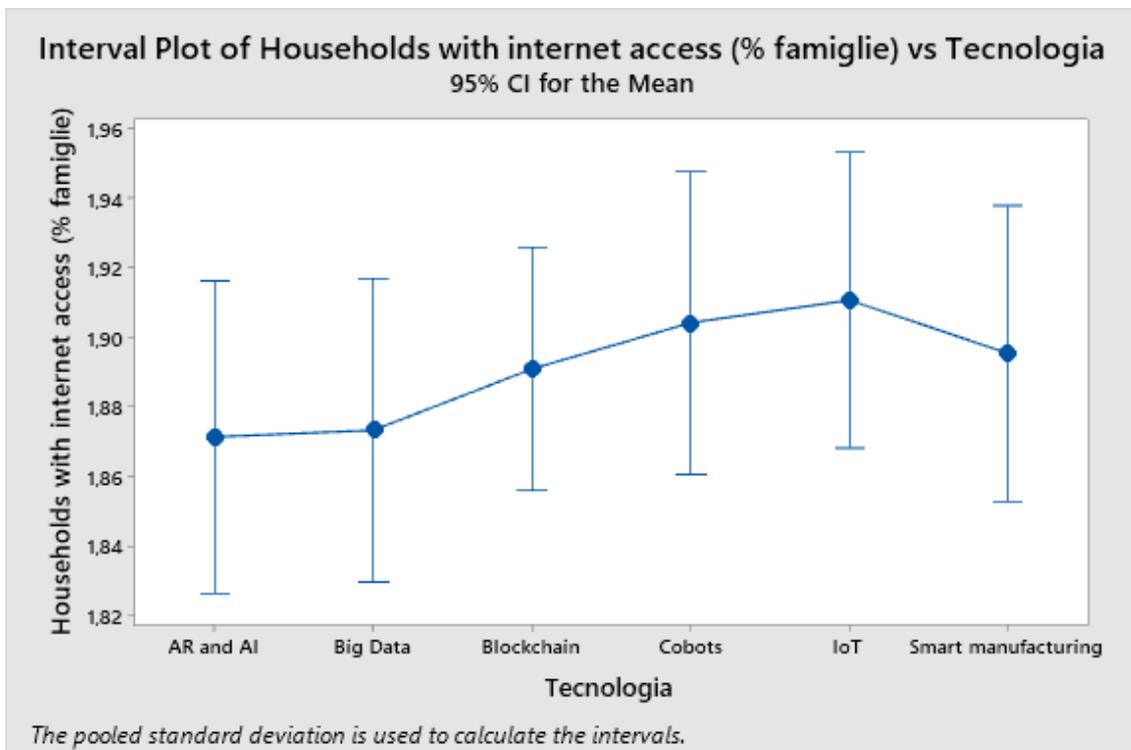


Figura 37: Interval Plot della variabile Households with internet access

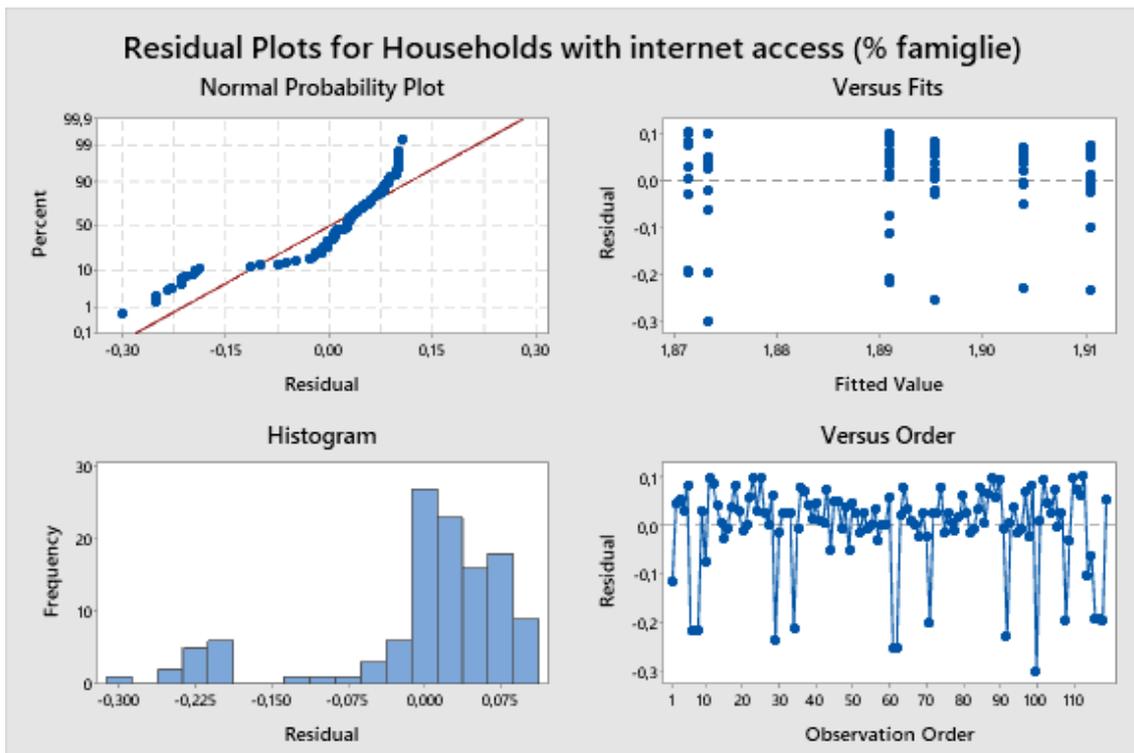


Figura 38: Grafici dei residui della variabile Households with internet access

La curva ad S invertita implica una distribuzione con code lunghe, evidenziando che i dati non si adattano alla linea retta. Il secondo grafico dei residui Versus Fits (Figura 38) evidenzia più punti anomali lontani dallo zero ossia la presenza di outliers. Inoltre, il p-value molto alto (0.755) indica che la relazione tra la percentuale di famiglie che hanno accesso ad Internet nel paese in cui il progetto viene realizzato e la tecnologia non è significativa. Tra le motivazioni di questo risultato bisogna considerare che l'accesso ad Internet non cattura la tipologia di ricerca che viene effettuata dalle persone che utilizzano Internet ed inoltre, le informazioni rilevanti si trovano principalmente nelle biblioteche o su siti ad accesso riservato.

ANOVA su Spese per ricerca e sviluppo

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	7,023	1,4045	2,55	0,031
Error	117	64,345	0,5500		
Total	122	71,367			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,741589	9,84%	5,99%	0,37%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	18	2,183	0,791	(1,837; 2,529)
Big Data	18	2,335	0,695	(1,989; 2,681)
Blockchain	29	1,721	0,738	(1,448; 1,993)
Cobots	19	2,259	0,764	(1,922; 2,596)
IoT	20	2,138	0,869	(1,809; 2,466)
Smart manufacturing	19	2,364	0,549	(2,027; 2,701)

Pooled StDev = 0,741589

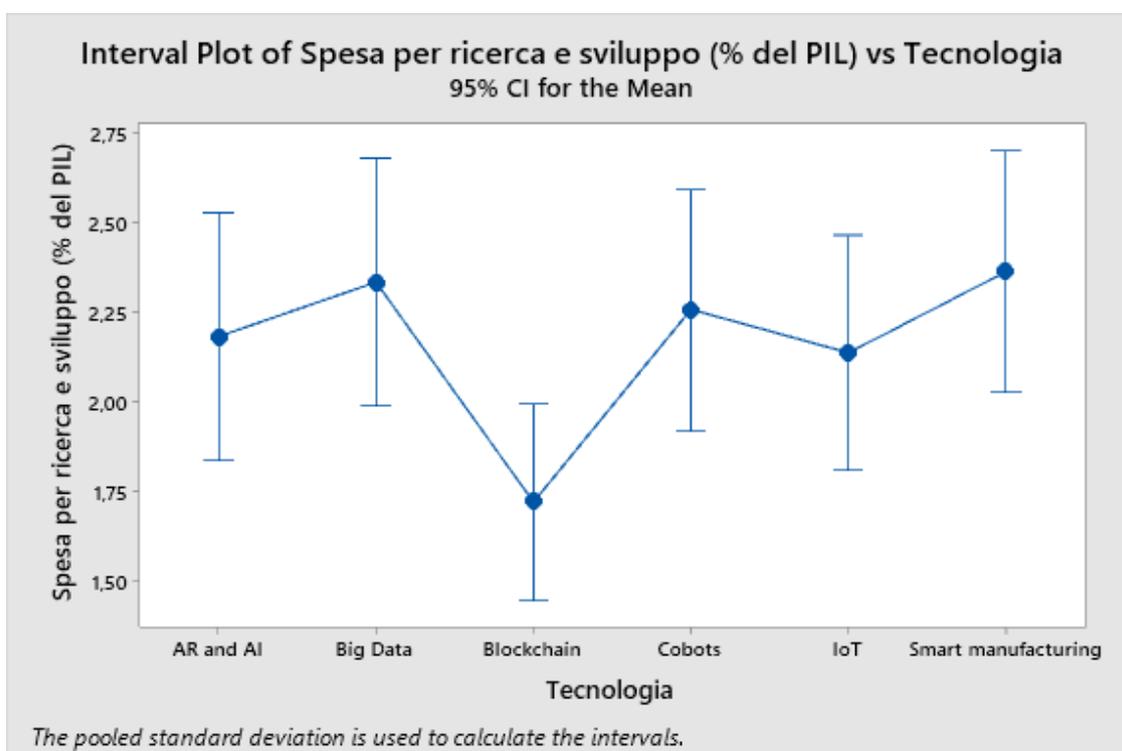


Figura 39: Interval Plot della variabile Spesa per ricerca e sviluppo

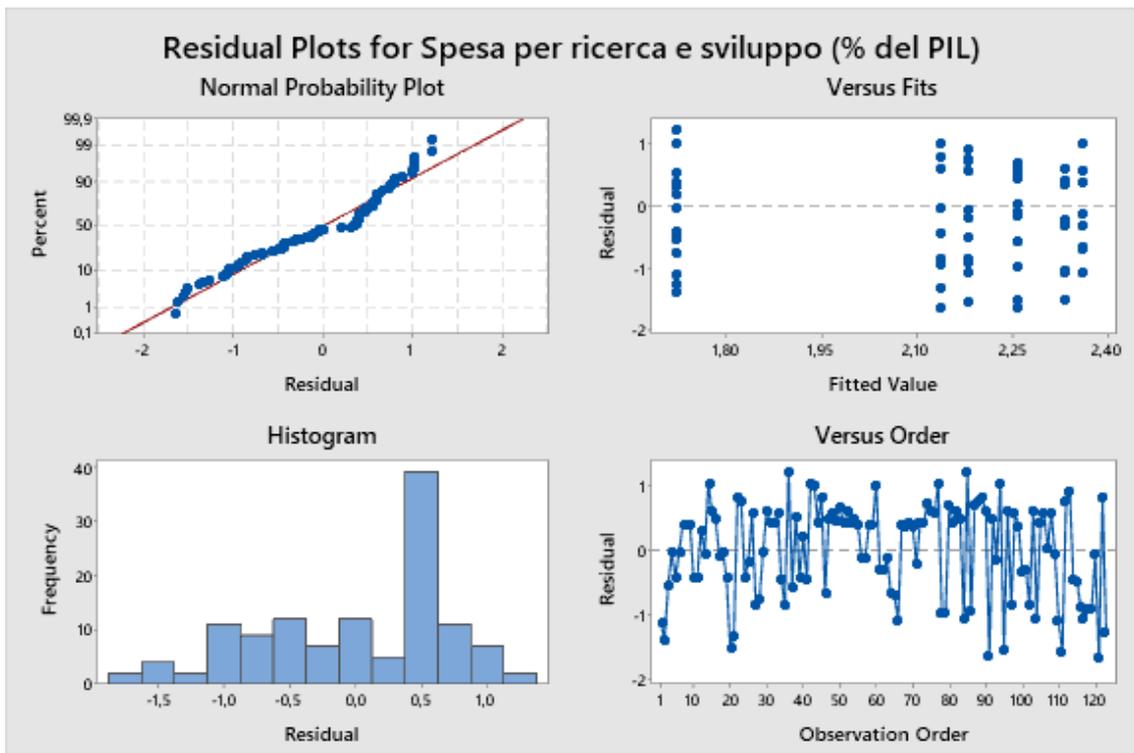


Figura 40: Grafici dei residui della variabile Spesa per ricerca e sviluppo

Si può concludere che la spesa in R&S sia una variabile che effettivamente varia a seconda della tecnologia, in particolare relativamente alla Blockchain che presenta una media (Figura 39) che si discosta nettamente dalle altre. Una spesa in R&S media per la Blockchain molto inferiore potrebbe essere dovuta al fatto che si tratta di una tecnologia relativamente nuova con conseguente rischio di mancanza di informazioni da parte delle imprese per poter investire. Al contrario, si evidenziano maggiori valori di spese in R&S per le tecnologie Smart Manufacturing (AM e Advanced Automation), Big Data e Cobots. Nonostante i droni abbiano fatto il loro ingresso sul mercato da diverso tempo in particolare per la consegna di pacchi, sono stati testati anche per semplificare i processi di gestione dei magazzini (ad esempio per lo stoccaggio dei pallet, per informare gli operatori su posizioni anomale di immagazzinamento) e per l'ispezione dei macchinari e dei reparti produttivi in modo da ridurre il rischio di incidenti sul lavoro. Tuttavia, le aziende devono ancora superare ostacoli di regolamentazione come la privacy, il rischio di interferenze con altri aerei, il furto e limitazioni tecnologiche come la durata limitata della batteria, se sono in grado di operare in caso di condizioni metereologiche sfavorevoli. Pertanto, le alte spese in R&S sono legate al fatto che necessitino ancora di ulteriori approfondimenti. Le elevate spese in R&S per l'Additive Manufacturing

possono indicare come abbia ricevuto un riscontro da parte di vari attori nella supply chain con diverse applicazioni volte a produrre parti di ricambio, componenti complessi, e costosi esclusivamente su domanda. Relativamente ai Big Data, ci sono ancora molti margini di miglioramento all'interno della Supply Chain. Infine, i Cobots, nel settore già da tempo, sono ampiamente utilizzati nei magazzini per controllare ed aggiornare l'inventario, per svolgere i prelievi dalle scaffalature, per il trasporto di container ma anche nei processi produttivi, soprattutto nel settore automotive, per supportare gli operatori nello svolgimento di compiti faticosi e ripetitivi. Le spese elevate in R&S in tale campo possono essere attribuite ad esempio allo sviluppo di progetti che prevedono l'utilizzo di piccoli robot per svolgere operazioni di ispezione, controllo e manutenzioni all'interno dei motori degli aerei ma anche all'investimento in esoscheletri, apparecchi tecnologicamente avanzati in grado di potenziare le capacità fisiche dell'utilizzatore. Sempre in ambito automotive sono stati infatti rilevati progetti che prevedono l'uso di esoscheletri indossabili che forniscono assistenza all'uomo nello svolgere operazioni quotidiane o ripetitive, in grado di replicare i movimenti dell'operaio.

ANOVA su Rapporto occupazione/popolazione

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	0,006317	0,001263	0,52	0,758
Error	113	0,272500	0,002412		
Total	118	0,278817			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0491071	2,27%	0,00%	0,00%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	17	1,76877	0,02524	(1,74517; 1,79236)
Big Data	18	1,7646	0,0481	(1,7416; 1,7875)
Blockchain	26	1,7521	0,0603	(1,7331; 1,7712)
Cobots	19	1,7529	0,0490	(1,7306; 1,7752)
IoT	20	1,7506	0,0529	(1,7288; 1,7723)
Smart manufacturing	19	1,7656	0,0444	(1,7433; 1,7879)

Pooled StDev = 0,0491071

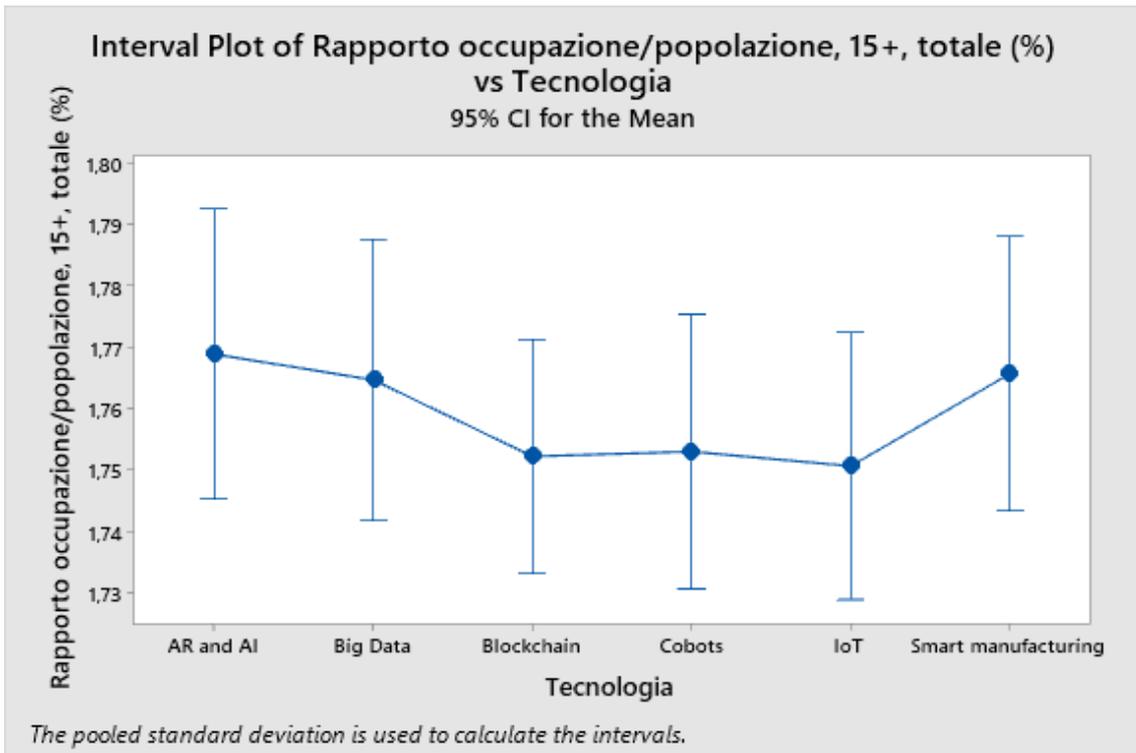


Figura 41: Interval Plot della variabile Rapporto/occupazione

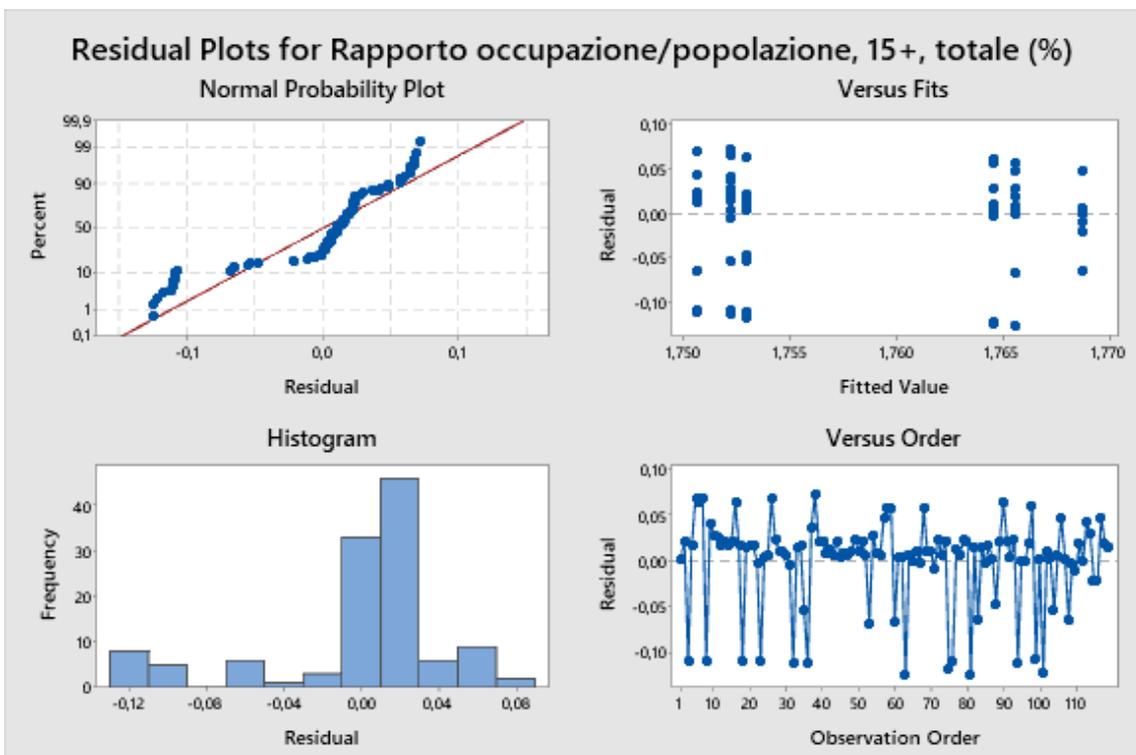


Figura 42: Grafici dei residui della variabile Rapporto/occupazione

Nonostante la trasformazione logaritmica, si riscontra una non normalità della distribuzione dei residui e la presenza di outlier (Figura 42). Il p-value superiore a 0.05 indica che la relazione tra Rapporto occupazione/popolazione con età superiore a 15 anni e la tipologia di tecnologia non sia statisticamente significativa. A supporto di tale affermazione, sull'Interval Plot (Figura 41) è possibile notare che il valore delle singole medie delle tecnologie non sia molto differente. Inoltre, anche il valore di R-sq non risulta significativo in quanto è solo del 2.27%. Il problema legato all'utilizzo di questo indicatore è che non cattura caratteristiche quali il livello di formazione, l'interesse, la tipologia di impiego delle persone che potrebbero avere un legame con le singole tecnologie.

ANOVA su Credito interno al settore privato

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	10295	2059	1,79	0,121
Error	111	127868	1152		
Total	116	138163			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
33,9406	7,45%	3,28%	0,00%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	18	100,89	34,70	(85,04; 116,75)
Big Data	17	123,26	28,28	(106,95; 139,57)
Blockchain	29	112,02	32,06	(99,53; 124,51)
Cobots	17	118,86	36,25	(102,55; 135,17)
IoT	18	115,72	34,95	(99,87; 131,58)
Smart manufacturing	18	132,22	37,60	(116,37; 148,07)

Pooled StDev = 33,9406

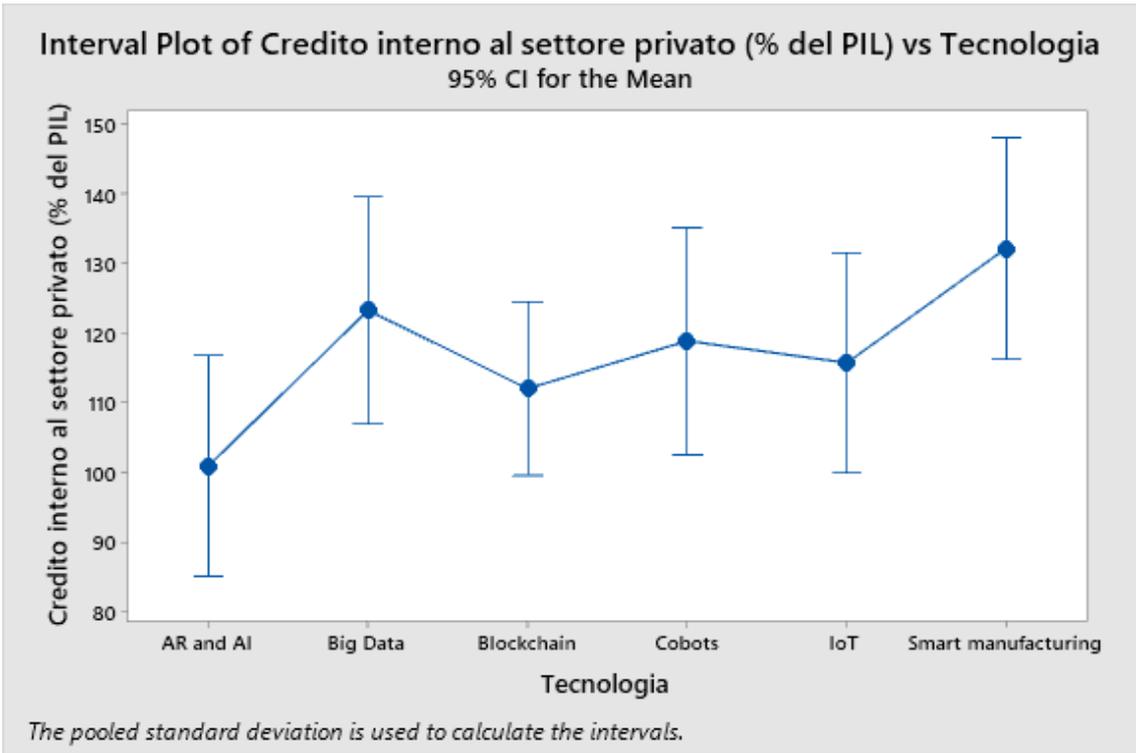


Figura 43: Interval Plot della variabile Credito interno al settore privato

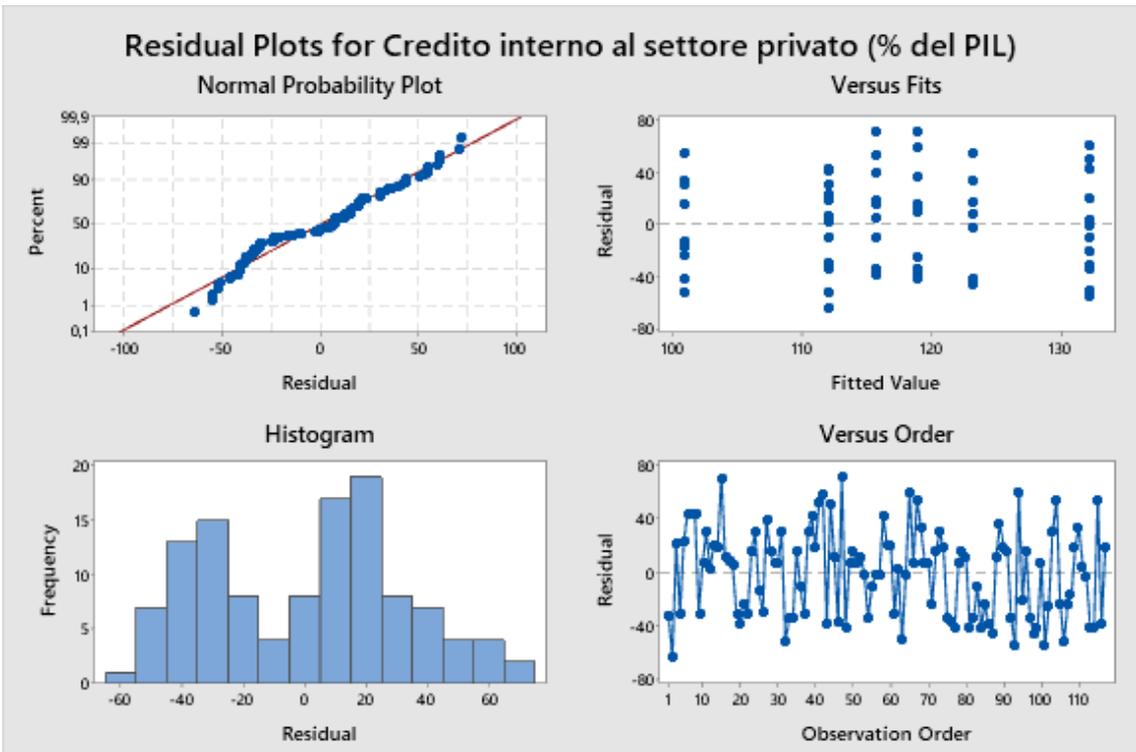


Figura 44: Grafici dei residui della variabile Credito interno al settore privato

Nonostante le condizioni di normalità e casualità della distribuzione dei residui siano rispettate (Figura 44), il risultato finale indica una relazione poco significativa tra la tecnologia ed il credito interno al settore privato. Per i paesi in via di sviluppo si osservano valori molto alti, indicando come stia avvenendo un'elevata crescita economica. Tuttavia, non conoscendo gli investimenti da parte della singola impresa, non è possibile dedurre come utilizzino il credito ricevuto dalle società finanziarie. Pertanto, sarebbe importante sapere dove è destinato il denaro ricevuto.

ANOVA su Qualità normativa

Method

Null hypothesis	All means are equal
Alternative hypothesis	Not all means are equal
Significance level	$\alpha = 0,05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels Values
Tecnologia	6 AR and AI; Big Data; Blockchain; Cobots; IoT; Smart manufacturing

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tecnologia	5	0,05960	0,011921	1,41	0,224
Error	111	0,93515	0,008425		
Total	116	0,99476			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0917868	5,99%	1,76%	0,00%

Means

Tecnologia	N	Mean	StDev	95% CI
AR and AI	17	1,8813	0,1347	(1,8372; 1,9254)
Big Data	17	1,9338	0,0844	(1,8897; 1,9779)
Blockchain	28	1,9014	0,1029	(1,8670; 1,9358)
Cobots	18	1,9396	0,0720	(1,8967; 1,9825)
IoT	19	1,9386	0,0526	(1,8969; 1,9803)
Smart manufacturing	18	1,9409	0,0795	(1,8980; 1,9837)

Pooled StDev = 0,0917868

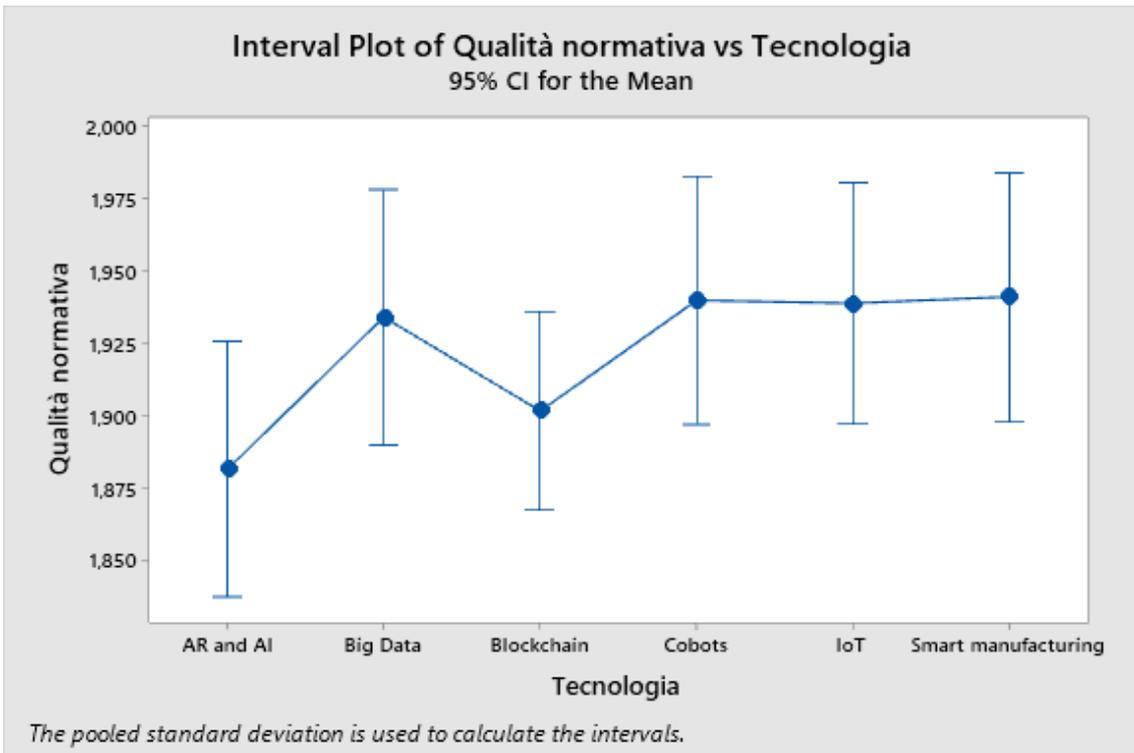


Figura 45: Interval Plot della variabile Qualità normativa

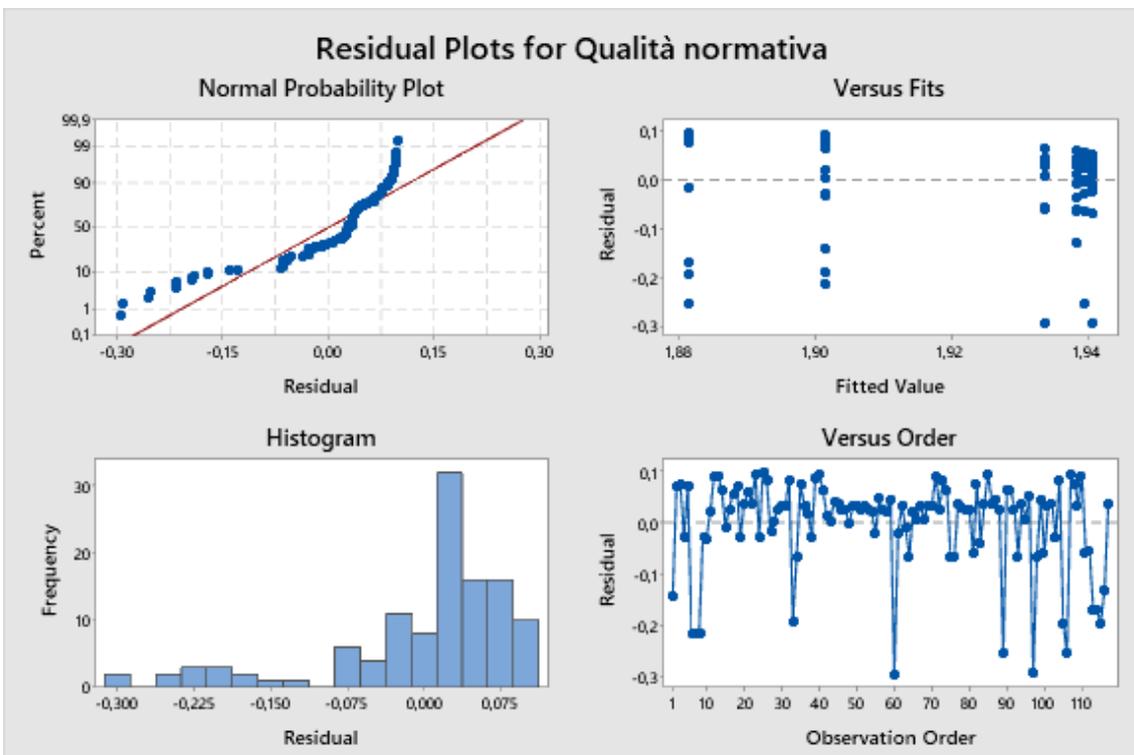


Figura 46: Grafici dei residui della variabile Qualità normativa

Dai grafici dei residui (Figura 46) si nota come non vengano rispettate la condizione di normalità e casualità dei residui. Inoltre, il risultato non è statisticamente significativo (p-value di 0.224). Nonostante ciò, si evidenziano punteggi inferiori relativi alla qualità normativa su AR and AI e Blockchain. La motivazione potrebbe essere correlata alla novità di queste due tecnologie rispetto ad altre già mature. La qualità normativa cattura la percezione della capacità del governo di formulare e attuare politiche e regolamenti solidi che consentano e promuovano lo sviluppo del settore privato. Considerando i limiti legali connessi alla blockchain, è sorprendente come la qualità normativa non abbia una connessione maggiore su tale tecnologia rispetto alle altre. Evidentemente, questo indicatore non cattura in modo distintivo le politiche connesse alla specifica tecnologia. Pertanto, non è detto che se un paese abbia un indice di qualità normativa elevato, lo sia altrettanto sulla legislazione in merito ad ogni tecnologia affrontata.

In considerazione di quanto descritto, si può concludere come le variabili che influenzano lo studio e lo sviluppo delle tecnologie emergenti siano l'Anno, il PIL pro capite, gli Investimenti diretti esteri e la spesa per ricerca e sviluppo. La Tabella 12 sintetizza i risultati ottenuti dall'analisi statistica.

Tabella 12: Risultati analisi statistica

Fattore	Risultato significativo	Commento
Anno	SI	Le prime tecnologie su cui si è posta attenzione sono Cobots e Smart Manufacturing mentre solo recentemente sono emersi progetti su Blockchain e AR and AI nella supply chain.
PIL (corrente US \$)	NO	Tendenzialmente il PIL non sembra avere un differente impatto sulle sei categorie tecnologiche.
Crescita del PIL (% annuale)	NO	Nonostante dal p-value si rilevi una differenza tra le medie delle sei tecnologie non statisticamente significativa, livelli maggiori di crescita del PIL sono associati ai Big Data e Smart Manufacturing.
PIL pro capite (corrente US \$)	SI	Si associa un PIL pro capite più alto per le tecnologie Big Data, Cobots e Smart Manufacturing mentre la Blockchain si sviluppa in paesi a basso PIL pro capite.
Esportazioni di beni e servizi (% del PIL)	NO	Le tecnologie non sono influenzate dalle esportazioni di beni e servizi.
Importazioni di beni e servizi (% del PIL)	NO	Le tecnologie non sono influenzate dalle importazioni di beni e servizi.
Investimenti diretti esteri (\$)	SI	Gli Investimenti diretti esteri maggiori sono sui Big Data, mentre la Blockchain sembra essere la tecnologia che al momento riceve meno IDE, probabilmente dovuto alla mancanza di risultati certi sul suo sviluppo o perché necessita di spese inferiori per l'applicazione.
Risultati scolastici (%)	NO	La percentuale di popolazione di età compresa tra 25 anni e oltre che ha conseguito o completato l'istruzione terziaria a ciclo breve non è correlata in modo significativo alla tipologia di tecnologia.
Global Innovation Index	NO	Non si può assumere che ad una determinata tecnologia si associa un GII più alto o più basso.
Global Competitiveness Index	NO	Il Global Competitiveness Index non sembra influenzare lo sviluppo di tali tecnologie innovative.
Households with internet access (% famiglie)	NO	Il numero di famiglie con accesso ad Internet non ha una forte discriminante sullo studio di una specifica tecnologia.
Spesa per ricerca e sviluppo (% del PIL)	SI	Si evidenzia una spesa per R&S presenta una media pressochè simile per tutte le tecnologie eccetto che per la Blockchain per la quale risulta una spesa inferiore.
Rapporto occupazione/ popolazione, 15+, totale (%)	NO	La relazione non è significativa.
Credito interno al settore privato (% del PIL)	NO	La relazione non è significativa.
Qualità normativa	NO	La relazione non è significativa.

Per analizzare ulteriormente la maturità, l'adozione e l'applicazione di specifiche tecnologie, è stato preso come riferimento il modello Hype Cycle delle tecnologie emergenti (lett. ciclo dell'esagerazione) sviluppato da Gartner, società di consulenza, ricerca e analisi nel campo dell'Information Technology [20].

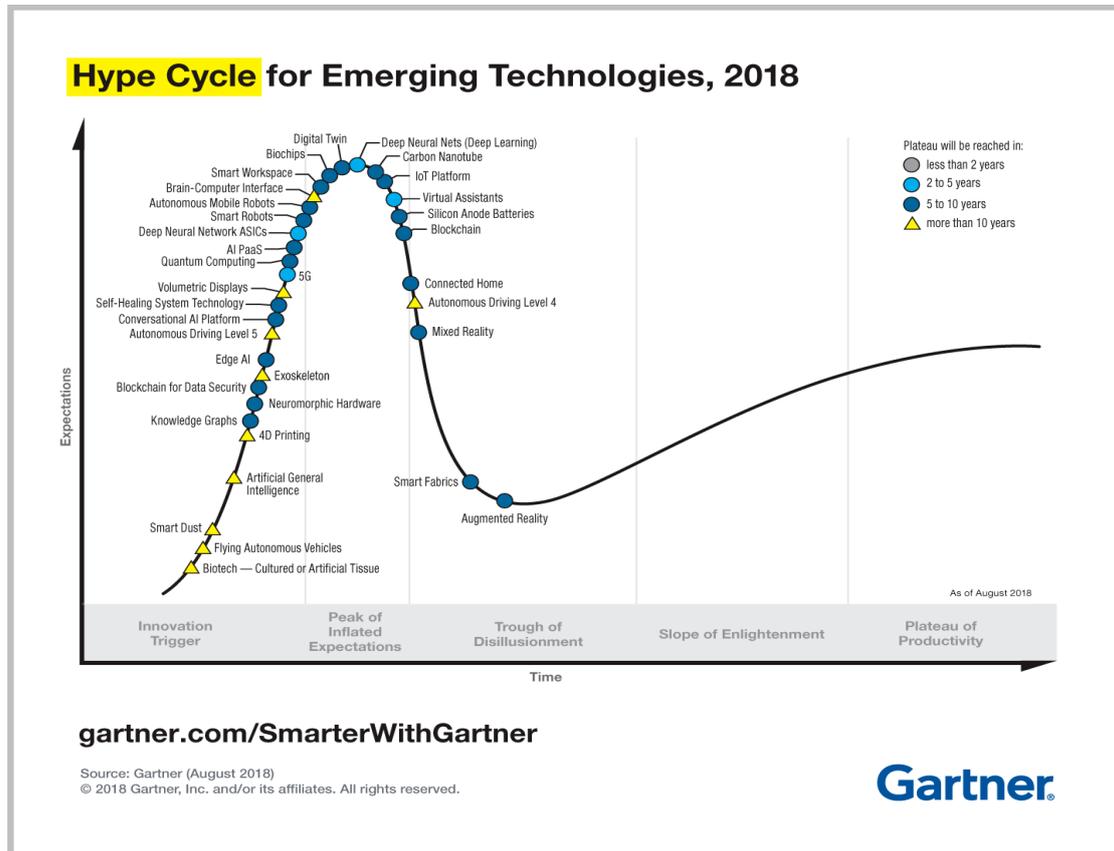


Figura 47: Ciclo di Hype sulle tecnologie emergenti, 2018 [21]

La Figura 47 rappresenta il Ciclo di Hype. Esso si basa su cinque fasi:

1. Technology Trigger (Innesco della tecnologia)

Quando una nuova tecnologia potenzialmente dirompente è avviata, lo sviluppo dei primi Proof of concept e l'attenzione dei media scatenano una notevole pubblicità. Spesso non esistono ancora prodotti utilizzabili e non c'è prova della validità commerciale della tecnologia.

2. Peak of Inflated Expectations (Picco delle aspettative esagerate)

La tecnologia appena lanciata è implementata, soprattutto dai primi utenti. C'è molta pubblicità sia sul successo derivante dalla sua applicazione sia su casi di insuccesso e fallimento altrettanto lampanti.

3. Trough of Disillusionment (Fossa della disillusione)

L'interesse nella tecnologia svanisce quando la sperimentazione e l'implementazione non producono i risultati sperati. I produttori della tecnologia entrano in crisi o falliscono. Gli investimenti continuano solo per quelle imprese sopravvissute che sono in grado di migliorare i loro prodotti in modo da soddisfare gli utenti precoci (early adopters).

4. Slope of Enlightenment (Salita dell'illuminazione)

Incomincia a diffondersi ampiamente e a cristallizzarsi la consapevolezza di come la tecnologia possa avvantaggiare le imprese in diversi modi. Gli sviluppatori della tecnologia creano prodotti di seconda e terza generazione. Un numero crescente di imprese finanzia progetti pilota, mentre quelle conservatrici restano prudenti.

5. Plateau of Productivity (Altopiano della produttività)

La tecnologia si rivela ampiamente applicabile e dunque comincia ad essere adottata sempre da più imprese. Ora esiste un mercato più competitivo tra i vari fornitori, quindi ci sono dei criteri specifici per valutare se un fornitore sia affidabile o meno.

Il report di Gartner 2018 [21] posiziona la Blockchain oltre il picco delle aspettative e si avvicina all'entrata nella depressione della disillusione e stima un periodo di 5-10 anni prima che entri nel plateau della produttività. Infatti, i 30 casi reali individuati nella Tesi relativi alla Blockchain sono idee progettuali o progetti pilota. È indubbio che tale tecnologia racchiuda un potenziale innovativo non indifferente per applicazioni in svariati ambiti industriali e sociali. Gli autori auspicano un futuro investimento di tempo e risorse da parte delle aziende, della società e del legislatore riguardo l'implementazione di un sistema di condivisione dati basato sulla tecnologia blockchain ovvero nell'emanazione di una normativa che sia in piena sintonia con il progresso tecnologico. Secondo il Gartner Hype Cycle, l'interesse per la tecnologia AR diminuirà, tra cinque o dieci anni mentre Mixed Reality (MR) rimarrà popolare più a lungo perché integra meglio gli oggetti del mondo reale e le loro controparti virtuali. L'AM (o 3D printing) continua ad evolversi tanto che dal 2017 vi è una menzione per il 4D printing, generalmente considerata come

una forma di stampa 3D in cui i materiali stampati possono adattarsi e trasformarsi dopo la fase di produzione. Essa si trova ancora nella prima fase del ciclo di Hype, suggerendo come per la sua adozione trascorreranno più di 10 anni.

Per quanto riguarda le tecnologie che hanno raggiunto il plateau di produttività fino al 2018, come conferma la nostra analisi, rientrano i Big Data ed il Cloud Computing. I Big Data hanno già raggiunto la maturità in termini culturali (le aziende li considerano un forte abilitatore/potenziatore di business) ma ci sono ancora molti margini di miglioramento perché possano diventare mainstream all'interno della Supply Chain, soprattutto, dice Gartner, sul piano dell'integrazione dei dati e delle analitiche. Un risultato interessante si osserva dal Hype Cycle Gartner del 2019 [22] che inserisce l'AI tra le tecnologie emergenti e più di interesse. Il riscontro è ulteriormente supportato dalla presente ricerca che ha individuato solo 4 progetti specifici sull'AI risalenti al 2018 e 2019. Tra questi spicca il negozio promosso da Amazon, denominato Amazon Go, caratterizzato dall'assenza di personale, in cui mediante algoritmi di AI è possibile apprendere e valutare il comportamento dei consumatori durante gli acquisti [52]. Un altro progetto nell'ambito dell'AI intrapreso da Shell, uno dei più importanti attori nel settore energetico, prevede di replicare le applicazioni di intelligenza artificiale e machine learning nelle sue attività a monte e a valle, migliorando le prestazioni operative, la manutenzione predittiva, l'ottimizzazione della manutenzione e della produzione [118]. In particolare, l'AI è emersa inoltre come uno strumento utile per le analisi predittive. Ad esempio, per prevedere il volume delle vendite o per ottimizzare le operazioni nell'ambito industria delle spedizioni [121,122]. Tra le tecnologie emergenti che richiederanno dai 5 ai 10 anni per poter maturare ed essere utilizzate su larga scala rientrano anche i droni. Attualmente, molti progetti sono ancora nell'alveo della sperimentazione ad esempio in merito alla consegna di pacchi. Tuttavia, i costi dei droni e la complessità del loro funzionamento rappresentano ancora delle barriere, cui vanno aggiunte anche le limitazioni imposte dalle normative che, in moltissimi paesi, restringono il campo di azione e utilizzo dei droni.

4. Conclusione

Nel corso di quest'ultimo capitolo sono innanzitutto presentati le implicazioni in merito allo studio effettuato non solo alla letteratura ma anche all'industria e dopo averne evidenziato i limiti, si conclude proponendo dei suggerimenti per una ricerca futura offerti dalle tematiche trattate.

4.1 Implicazione della Tesi allo stato dell'arte della letteratura e per l'industria

Considerando che si tratta di un argomento altamente innovativo, il lavoro è innanzitutto un mezzo utile per le imprese per poter capire i vantaggi ed i limiti dell'applicazione delle tecnologie 4.0 non sono nell'ambito della supply chain ma anche all'industria globale. La classificazione proposta fornisce inoltre una visione più completa delle specifiche tecnologie che attualmente risultano rilevanti per la supply chain. Il documento offre un'analisi della letteratura su ogni tecnologia caratterizzante la DSC evidenziandone definizioni, applicazioni, punti di forza e di debolezza. Il principale contributo del presente elaborato è stato quello di colmare il research gap. Infatti, nessun articolo fra quelli individuati in letteratura ha proposto un'analisi statistica correlando il potenziale di sviluppo della tecnologia a variabili di contesto per capire cosa potesse influenzare maggiormente la loro diffusione. Pertanto, il presente lavoro stimola la ricerca in questo campo ed aumenta la consapevolezza accademica. L'analisi statistica offre in particolare due informazioni utili per l'industria. In primo luogo, dimostra la diffusione del fenomeno a livello mondiale, presentando diversi casi applicativi reali di aziende che hanno adottato queste tecnologie. L'elenco dei progetti relativi alle tecnologie della DSC riportato in Appendice non è solo un mezzo per sapere che ci sono tecnologie attualmente consolidate ed altre in fase di sviluppo ma consente anche di capire quali tecnologie siano più adatte a specifici settori industriali. Può essere quindi considerata una guida per capire come adottarle. Le tecnologie più consolidate sono IoT, Big Data e il Cloud mentre le restanti sono ancora nelle prime fasi di applicazione. Ad esempio, la Blockchain emerge come tecnologia ancora in fase di sperimentazione ed è applicata specialmente all'ambito distributivo garantendo una completa trasparenza e tracciabilità dei prodotti, prevenendo

le frodi e riducendo i tempi di consegna. Nonostante ci sia particolare interesse verso tale tecnologia, si deve porre attenzione ai rischi legati ad essa come l'immutabilità dei dati, la mancanza di privacy e l'assenza di una regolamentazione ad hoc. L'Artificial Intelligence, tecnologia su cui si hanno a disposizione meno progetti, è molto utilizzata per la previsione della domanda e grazie all'apprendimento automatico consente di ottimizzare le fasi di produzione e di distribuzione. Anche l'Additive Manufacturing, nonostante i primi progetti risalgano al 2014, sembra essere ancora nelle prime fasi di sviluppo nell'ambito della supply chain. Si tratta di una tecnologia utilizzata per la produzione di pezzi ricambio e di prodotti che richiedono un alto costo ed un'elevata specializzazione. Pertanto, al momento molti produttori sono ancora titubanti sul suo utilizzo. La particolarità dell'AM è che potrebbe offrire una creazione di prodotti "on demand". Ad esempio, Amazon ha ideato un sistema che consiste nel posizionare stampanti 3D sui suoi furgoni in modo che il prodotto venga creato lungo il tragitto. In secondo luogo, i risultati dell'analisi statistica evidenziano tra i fattori che influenzano maggiormente l'applicazione delle tecnologie 4.0, variabili come l'Anno, il PIL pro capite, gli Investimenti Diretti Esteri e le Spese in R&S e suggeriscono come l'interesse verso alcune tecnologie sia emerso prima rispetto ad altre. In particolare, sapere che a determinate tecnologie si associano spese in R&S ed investimenti diretti esteri maggiori o minori, permette di capire non solo in quali settori tecnologici i paesi hanno investito maggiormente fino ad adesso ma è anche uno strumento per i governi dei paesi di capire l'importanza globale del fenomeno e in quali tecnologie convenga investire.

4.2 Limitazioni della ricerca

Nel corso della stesura della tesi sono state riscontrate tre principali limitazioni. Considerata la forte innovatività del tema trattato, un primo limite è l'assenza di una terminologia che caratterizzi in modo univoco la Digital Supply Chain. Dunque, non è stato possibile individuare in modo immediato articoli che parlassero della catena di fornitura digitale mentre si è dovuto ricorrere ad altre parole chiave considerate spesso sinonimi di DSC quali Smart Manufacturing, Logistics, Industry 4.0, Smart Supply Chain, Intelligence Supply Chain, Supply Chain 4.0, Smart Manufacturing Supply Chain,

Smart Manufacturing, Intelligent Manufacturing. Tuttavia, con l'aiuto della terminologia appena citata, si osserva un numero ristretto di articoli che discutono gli impatti di IIoT, Cloud Manufacturing e Artificial Intelligence nella supply chain. In secondo luogo, il fatto che alcune tecnologie abbiano visto iniziare la loro applicazione da poco, fa sì che il numero di record del dataset sia coerente per legittimare un'analisi statistica affidabile ma comunque circoscritto. Infatti, se i primi riferimenti alla Digital Supply Chain risalgono al 2011, si può comprendere come vi siano poche applicazioni, specialmente in merito alle ultime tecnologie introdotte. Infine, un terzo ostacolo affrontato durante la stesura del presente elaborato è connesso alle variabili indipendenti utilizzate per l'analisi statistica. Alcune variabili economico-sociali considerate potenzialmente rilevanti per diffusione delle tecnologie sono state scartate a causa della mancanza di dati relativi ai paesi in cui il progetto è stato sviluppato. Ad esempio, per quanto concerne il livello di istruzione, è stata utilizzata la percentuale di persone in possesso di istruzione terziaria a ciclo breve piuttosto che a ciclo completo. Inizialmente si è inoltre ritenuto opportuno analizzare anche variabili connesse all'azienda promotrice del progetto tra cui il fatturato, il numero di dipendenti, il volume produttivo o distributivo. Dal momento che non è stato possibile rilevare tali informazioni per tutti i progetti, tali variabili sono state escluse.

4.3 Spunti di ricerca futura

Sulla base delle implicazioni e dei limiti riscontrati, si sviluppano possibili suggerimenti per ricerche future. Questo elaborato offre in primis un punto di partenza per ampliare il numero di variabili economico-sociali ma anche prendere in considerazione variabili intrinseche dei progetti (variabili qualitative) come il luogo in cui sono stati sviluppati e il loro stato di applicazione (progetti pilota, idee progettuali o progetti consolidati), se si tratta di un progetto ad iniziativa pubblica o privata, il settore di riferimento ed il campo di applicazione, il numero di stakeholders coinvolti, il numero di benefici attesi ed il numero di criticità o difficoltà riscontrate durante l'applicazione. L'elenco dei progetti inserito in Appendice, ha dimostrato la diffusione del concetto di DSC e l'implementazione di tali tecnologie a livello mondiale. Pertanto, partendo da esso è possibile approfondire la ricerca individuando un maggior numero di casi applicativi di tecnologie 4.0. Un altro punto su cui concentrarsi potrebbe essere quello di sviluppare un

maggior livello di dettaglio delle classificazioni ed univocità della terminologia utilizzata. Dai risultati emersi, la Blockchain e l'AI possono essere considerate tecnologie verso le quali indirizzare studi futuri. Tuttavia, non è da escludere una possibile estensione della classificazione, verificando se siano state omesse alcune tecnologie o se nel periodo della ricerca ne siano emerse di nuove. Infine, un interessante sviluppo di una ricerca futura può consistere nel valutare gli effetti positivi e negativi dell'implementazione dei progetti proposti e quindi se un progetto abbia avuto successo o meno. A tale scopo, si potrebbe proporre un'analisi statistica che studi su quali tecnologie il numero di progetti sviluppati con successo sia maggiore e che motivi il risultato. Allo stesso modo, si possono individuare benefici e criticità (valutati sia con variabili economico-sociali sia con variabili qualitative) connessi ad un progetto e capire ad esempio da quali tecnologie si possano ottenere maggiori vantaggi oppure se una tecnologia non sia ancora adatta all'implementazione ma necessiti di ulteriori investimenti in ricerca prima di poter essere adottata.

Bibliografia

Abeyratne, S. A., & Monfared, R. P. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 5 (9), 1–10.

Abukhousa, E., Al-Jaroodi, J., Lazarova-Molnar, S., & Mohamed, N. (2014). Simulation and modeling efforts to support decision making in healthcare supply chain management. *The Scientific World Journal*, 2014.

Adamson, G., Wang, L., Holm, M., & Moore, P. (2017). Cloud manufacturing—a critical review of recent development and future trends. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 30(4-5), 347-380.

Adamson, G., Wang, L., & Holm, M. (2013, June). The state of the art of cloud manufacturing and future trends. In *ASME 2013 international manufacturing science and engineering conference collocated with the 41st North American manufacturing research conference* (pp. V002T02A004-V002T02A004). American Society of Mechanical Engineers.

Addo-Tenkorang, R., & Helo, P. T. (2016). Big data applications in operations/supply-chain management: A literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 101, 528-543.

Afshari, H., & Peng, Q. (2015, August). Using Big Data to minimize uncertainty effects in adaptable product design. In *ASME 2015 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* (pp. V004T05A052-V004T05A052). American Society of Mechanical Engineers.

Ahn, G., Park, Y. J., & Hur, S. (2019). Performance computation methods for composition of tasks with multiple patterns in cloud manufacturing. *International Journal of Production Research*, 57(2), 517-530.

Akter, S., Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Dubey, R., & Childe, S. J. (2016). How to improve firm performance using big data analytics capability and business strategy alignment?. *International Journal of Production Economics*, 182, 113-131.

Alfaro, L. (2003). Foreign direct investment and growth: Does the sector matter. *Harvard Business School*, 2003, 1-31.

Al-Saqaf, W., & Seidler, N. (2017). Blockchain technology for social impact: opportunities and challenges ahead. *Journal of Cyber Policy*, 2(3), 338-354.

Alharthi, A., Krotov, V., & Bowman, M. (2017). Addressing barriers to big data. *Business Horizons*, 60(3), 285-292.

- Altinpulluk, H. (2019). Determining the trends of using augmented reality in education between 2006-2016. *Education and Information Technologies*, 24(2), 1089-1114.
- Amshoff, B., Dülme, C., Echterfeld, J., & Gausemeier, J. (2015). Business model patterns for disruptive technologies. *International Journal of Innovation Management*, 19(03), 1540002.
- Andrisano, A. O., Leali, F., Pellicciari, M., Pini, F., & Vergnano, A. (2012). Hybrid Reconfigurable System design and optimization through virtual prototyping and digital manufacturing tools. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 6(1), 17-27.
- Archibugi, D., & Iammarino, S. (2002). The globalization of technological innovation: definition and evidence. *Review of International Political Economy*, 9(1), 98-122.
- Ardito, L., Petruzzelli, A. M., Panniello, U., & Garavelli, A. C. (2019). Towards Industry 4.0: Mapping digital technologies for supply chain management-marketing integration. *Business Process Management Journal*, 25(2), 323-346.
- Arnold, C., Kiel, D., & Voigt, K. I. (2016). How the industrial internet of things changes business models in different manufacturing industries. *International Journal of Innovation Management*, 20(08), 1640015.
- Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. *RFID journal*, 22(7), 97-114.
- Aste, T., Tasca, P., & Di Matteo, T. (2017). Blockchain technologies: The foreseeable impact on society and industry. *Computer*, 50(9), 18-28.
- Atayero, A. A., Oluwatobi, S., & Alege, P. (2016). An assessment of the Internet of Things (IoT) adoption readiness of Sub-Saharan Africa. *Journal Of South African Business Research*, 13.
- Attaran, M. (2017). The rise of 3-D printing: The advantages of additive manufacturing over traditional manufacturing. *Business Horizons*, 60(5), 677-688.
- Atzeni, E., & Salmi, A. (2012). Economics of additive manufacturing for end-use metal parts. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 62(9-12), 1147-1155.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-28
- Aubert-Tarby, C., Escobar, O. R., & Rayna, T. (2018). The impact of technological change on employment: The case of press digitisation. *Technological Forecasting and Social Change*, 128, 36-45.
- Autry, C. W., Grawe, S. J., Daugherty, P. J., & Richey, R. G. (2010). The effects of technological turbulence and breadth on supply chain technology acceptance and adoption. *Journal of Operations Management*, 28(6), 522-536.

- Aymerich, F. M., Fenu, G., & Surcis, S. (2008, August). An approach to a cloud computing network. In *2008 First International Conference on the Applications of Digital Information and Web Technologies (ICADIWT)* (pp. 113-118). IEEE.
- Axios (2018). Corporate America's blockchain and bitcoin fever is over.
- Balar, A., Malviya, N., Prasad, S., & Gangurde, A. (2013, December). Forecasting consumer behavior with innovative value proposition for organizations using big data analytics. In *2013 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research* (pp. 1-4). IEEE.
- Baldini, G., Botterman, M., Neisse, R., & Tallacchini, M. (2018). Ethical design in the internet of things. *Science and engineering ethics*, *24*(3), 905-925.
- Banker, S. (2013). Amazon and drones—here is why it will work.
- Bauer, W., Schlund, S., Marrenbach, D., & Ganschar, O. (2014). Industry 4.0—Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, BITKOM company.
- Baumers, M., Dickens, P., Tuck, C., & Hague, R. (2016). The cost of additive manufacturing: machine productivity, economies of scale and technology-push. *Technological forecasting and social change*, *102*, 193-201.
- BBC (2019). Will AI kill developing world growth. <https://www.bbc.com/news/business-47852589>
- Bechtold, J., Lauenstein, C., Kern, A., & Bernhofer, L. (2014). Industry 4.0-The Capgemini Consulting View. *Capgemini Consulting*, 31.
- Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2019). Internet of things and supply chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, 1-24.
- Berman, B. (2012). 3-D printing: The new industrial revolution. *Business horizons*, *55*(2), 155-162.
- Bernhardt, R., Surdilovic, D., Katschinski, V., Schreck, G., & Schröer, K. (2008, June). Next generation of flexible assembly systems. In *International Conference on Information Technology for Balanced Automation Systems* (pp. 279-288). Springer, Boston, MA.
- Bessen, J. E. (2017). Automation and jobs: When technology boosts employment. *Boston Univ. School of Law, Law and Economics Research Paper*, (17-09).
- Bewick, V., Cheek, L., & Ball, J. (2004). Statistics review 9: one-way analysis of variance. *Critical care*, *8*(2), 130.
- Beyer, M. A., & Laney, D. (2012). The importance of 'big data': a definition. *Stamford, CT: Gartner*, 2014-2018.

- Bhargava, B., Ranchal, R., & Othmane, L. B. (2013, February). Secure information sharing in digital supply chains. In *2013 3rd IEEE international advance computing conference (IACC)* (pp. 1636-1640). IEEE.
- Bi, Z., & Cochran, D. (2014). Big data analytics with applications. *Journal of Management Analytics*, *1*(4), 249-265.
- Bi, Z., Da Xu, L., & Wang, C. (2014). Internet of things for enterprise systems of modern *Transactions on industrial informatics*, *10*(2), 1537-1546.
- Bikas, H., Stavropoulos, P., & Chryssolouris, G. (2016). Additive manufacturing methods and modelling approaches: a critical review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *83*(1-4), 389-405.
- Billon, M., Lera-Lopez, F., & Marco, R. (2010). Differences in digitalization levels: a multivariate analysis studying the global digital divide. *Review of World Economics*, *146*(1), 39-73.
- Bischoff, R., Kurth, J., Schreiber, G., Koeppe, R., Abu-Schäffer, A., Beyer, A., ... & Hirzinger, G. (2010, June). The KUKA-DLR Lightweight Robot arm-a new reference platform for robotics research and manufacturing. In *ISR 2010 (41st International Symposium on Robotics) and ROBOTIK 2010 (6th German Conference on Robotics)* (pp. 1-8). VDE.
- Biswas, K., Muthukumarasamy, V., & Tan, W. L. (2017, December). Blockchain based wine supply chain traceability system. In *Future technologies conference* (pp. 1-7).
- Bitonneau, D., Moulieres-Seban, T., Dumora, J., Ly, O., Thibault, J. F., Salotti, J. M., & Claverie, B. (2017, August). Human-centered Design of an Interactive Industrial Robot System Through Participative Simulations: Application to a Pyrotechnic Tank Cleaning Workstation.
- Blanchard, D. 2014. "Supply Chain & Logistics: Supply Chains Need to Be Ready for the Internet of Things." *Industry Week/IW 263* (11): 26–28.
- Blattgerste, J., Strenge, B., Renner, P., Pfeiffer, T., & Essig, K. (2017, June). Comparing conventional and augmented reality instructions for manual assembly tasks. In *Proceedings of the 10th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments* (pp. 75-82). ACM.
- Bluethmann, W., Ambrose, R., Diftler, M., Askew, S., Huber, E., Goza, M., ... & Magruder, D. (2003). Robonaut: A robot designed to work with humans in space. *Autonomous robots*, *14*(2-3), 179-197.
- Blümel, E. (2013). Global challenges and innovative technologies geared toward new markets: prospects for virtual and augmented reality. *Procedia Computer Science*, *25*, 4-13.
- Bocek, T., Rodrigues, B. B., Strasser, T., & Stiller, B. (2017, May). Blockchains everywhere-a use-case of blockchains in the pharma supply-chain. In *2017 IFIP/IEEE Symposium on Integrated Network and Service Management (IM)* (pp. 772-777). IEEE.

- Bogers, M., Hadar, R., & Bilberg, A. (2016). Additive manufacturing for consumer-centric business models: Implications for supply chains in consumer goods manufacturing. *Technological Forecasting and Social Change*, 102, 225-239.
- Böhme, R., Christin, N., Edelman, B., & Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, technology, and governance. *Journal of Economic Perspectives*, 29(2), 213-38.
- Bonekamp, L., & Sure, M. (2015). Consequences of Industry 4.0 on human labour and work organisation. *Journal of Business and Media Psychology*, 6(1), 33-40.
- Bortolini, M., Ferrari, E., Gamberi, M., Pilati, F., & Faccio, M. (2017). Assembly system design in the Industry 4.0 era: a general framework. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 5700-5705.
- Bortot, D. F. (2014). *Ergonomic human-robot coexistence in the branch of production* (Doctoral dissertation, Technische Universität München).
- Botta, A., De Donato, W., Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of cloud computing and internet of things: a survey. *Future generation computer systems*, 56, 684-700.
- Boucher, P., Nascimento, S., & Kritikos, M. (2017). How Blockchain Technology Could Change Our Lives. European Parliamentary Research Service. *Online verfügbar unter [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS_IDA\(2017\)581948_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS_IDA(2017)581948_EN.pdf), zuletzt geprüft am, 26, 2017.*
- Boutabba, M. A. (2014). The impact of financial development, income, energy and trade on carbon emissions: Evidence from the Indian economy. *Economic Modelling*, 40, 33-41.
- Boyes, H., Hallaq, B., Cunningham, J., & Watson, T. (2018). The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. *Computers in Industry*, 101, 1-12.
- Britton, K. (2016). Handling privacy and security in the internet of things. *Journal of Internet Law*, 19(10), 3-7.
- Bruque Camara, S., Moyano Fuentes, J., & Maqueira Marin, J. M. (2015). Cloud computing, Web 2.0, and operational performance: the mediating role of supply chain integration. *The International Journal of Logistics Management*, 26(3), 426-458.
- Buckholtz, B Ihab R, Lihui W. Cloud Manufacturing (2015): Current Trends and Future Implementations. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 137(4), 1-9.
- Bughin, J., Hazan, E., Ramaswamy, S., Chui, M., Allas, T., Dahlström, P., ... & Trench, M. (2017). Artificial intelligence: The next digital frontier. *McKinsey Global Institute*, 1-80.
- Burmeister, C., Lüttgens, D., & Piller, F. T. (2016). Business model innovation for Industrie 4.0: why the "Industrial Internet" mandates a new perspective on innovation. *Die Unternehmung*, 70(2), 124-152.

Burnson, P. (2013). 3PLs investing heavily in big data capabilities to ensure seamless supply chain integration.

Büyükközkın, G., & Göçer, F. (2018). Digital supply chain: literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, 97, 157-177.

Calatayud, A., Mangan, J., & Christopher, M. (2019). The self-thinking supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 22-38.

Calenda, C. (2016). Italy's plan INDUSTRIA 4.0.

Casey, M., & Wong, P. (2017). Global supply chains are about to get better, thanks to blockchain. *Harvard business review*, 13, 1-6.

Cecere, L. (2016). Embracing the Digital Supply Chain. *Supply Chain Shaman*.

Chan, H. K., Griffin, J., Lim, J. J., Zeng, F., & Chiu, A. S. (2018). The impact of 3D Printing Technology on the supply chain: Manufacturing and legal perspectives. *International Journal of Production Economics*, 205, 156-162.

Chandrasekaran, B., & Conrad, J. M. (2015, April). Human-robot collaboration: A survey. In *SoutheastCon 2015* (pp. 1-8). IEEE.

Chang, Y., & Hong, J. H. (2006). Do technological improvements in the manufacturing sector raise or lower employment?. *American Economic Review*, 96(1), 352-368.

Chen, J. C., Cheng, C. H., & Huang, P. B. (2013a). Supply chain management with lean production and RFID application: A case study. *Expert Systems with applications*, 40(9), 3389-3397.

Chen, J. C., Cheng, C. H., Huang, P. B., Wang, K. J., Huang, C. J., & Ting, T. C. (2013b). Warehouse management with lean and RFID application: a case study. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 69(1-4), 531-542.

Cheng, S., Zhang, Q., & Qin, Q. (2016). Big data analytics with swarm intelligence. *Industrial Management & Data Systems*, 116(4), 646-666.

Cherubini, A., Passama, R., Meline, A., Crosnier, A., & Fraisse, P. (2013, November). Multimodal control for human-robot cooperation. In *2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 2202-2207). IEEE.

Choi, S., Kim, B. H., & Do Noh, S. (2015). A diagnosis and evaluation method for strategic planning and systematic design of a virtual factory in smart manufacturing systems. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 16(6), 1107-1115.

Choi, T. M., Wallace, S. W., & Wang, Y. (2018). Big data analytics in operations management. *Production and Operations Management*, 27(10), 1868-1883.

Choy, K. L., Ho, G. T., & Lee, C. K. H. (2017). A RFID-based storage assignment system for enhancing the efficiency of order picking. *Journal of intelligent manufacturing*, 28(1), 111-129.

- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things. *Ieee Access*, 4, 2292-2303.
- Chukwuekwe, D. O., Schjoelberg, P., Roedseth, H., & Stuber, A. (2016). Reliable, robust and resilient systems: towards development of a predictive maintenance concept within the industry 4.0 environment. In *EFNMS Euro Maintenance Conference*.
- Cirulis, A., & Ginters, E. (2013). Augmented reality in logistics. *Procedia Computer Science*, 26, 14-20.
- Cohen, M. A. (2015). Inventory management in the age of big data. *Harvard Business Review*.
- Collomb, A., & Sok, K. (2016). Blockchain/distributed ledger technology (DLT): What impact on the financial sector?. *Digiworld Economic Journal*, (103).
- Conner, B. P., Manogharan, G. P., Martof, A. N., Rodomsky, L. M., Rodomsky, C. M., Jordan, D. C., & Limperos, J. W. (2014). Making sense of 3-D printing: Creating a map of additive manufacturing products and services. *Additive Manufacturing*, 1, 64-76.
- Courtin, G. (2015, February). Drones still useful in supply chains despite FAA regulations.
- Coussement, K., Benoit, D. F., & Antioco, M. (2015). A Bayesian approach for incorporating expert opinions into decision support systems: A case study of online consumer-satisfaction detection. *Decision Support Systems*, 79, 24-32.
- Coyne, J. G., & McMickle, P. L. (2017). Can blockchains serve an accounting purpose?. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(2), 101-111.
- Crespo, N. F., & Crespo, C. F. (2016). Global innovation index: Moving beyond the absolute value of ranking with a fuzzy-set analysis. *Journal of Business Research*, 69(11), 5265-5271.
- Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain technology: Beyond bitcoin. *Applied Innovation*, 2(6-10), 71.
- Cummings, M. L., Bruni, S., Mercier, S., & Mitchell, P. J. (2007). *Automation architecture for single operator, multiple UAV command and control*. Massachusetts Inst Of Tech Cambridge.
- Da Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on industrial informatics*, 10(4), 2233-2243.
- Damiani, L., Demartini, M., Guizzi, G., Revetria, R., & Tonelli, F. (2018). Augmented and virtual reality applications in industrial systems: A qualitative review towards the industry 4.0 era. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 624-630.
- Das, K. (2012). Integrating reverse logistics into the strategic planning of a supply chain. *International Journal of Production Research*, 50(5), 1438-1456.

- Dash, R., McMurtrey, M., Rebman, C., & Kar, U. K. (2019). Application of Artificial Intelligence in Automation of Supply Chain Management. *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, 14(3).
- Davies, R. (2015). Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth. *European Parliamentary Research Service*, 1.
- De Luca, A., & Flacco, F. (2012, June). Integrated control for pHRI: Collision avoidance, detection, reaction and collaboration. In *2012 4th IEEE RAS & EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob)* (pp. 288-295). IEEE.
- De Santis, A. (2008). Modelling and control for Human-Robot Interaction: physical and cognitive aspects. In *2008 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Retrieved from PHRIENDS website: <http://www.phriends.eu/papers.htm>.
- DeGroot, S. E., & Marx, T. G. (2013). The impact of IT on supply chain agility and firm performance: An empirical investigation. *International Journal of Information Management*, 33(6), 909-916.
- Delen, D., Hardgrave, B. C., & Sharda, R. (2007). RFID for better supply-chain management through enhanced information visibility. *Production and operations management*, 16(5), 613-624.
- Dellino, G., Laudadio, T., Mari, R., Mastronardi, N., & Meloni, C. (2018). A reliable decision support system for fresh food supply chain management. *International Journal of Production Research*, 56(4), 1458-1485.
- Despeisse, M., Baumers, M., Brown, P., Charnley, F., Ford, S. J., Garmulewicz, A., ... & Rowley, J. (2017). Unlocking value for a circular economy through 3D printing: A research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 115, 75-84.
- Dhar, S. (2012). From outsourcing to Cloud computing: evolution of IT services. *Management Research Review*, 35(8), 664-675.
- DHL (2015). Internet of Things in logistics.
- Dickenson, G. (2015). Privacy developments: TCPA litigation, FTC privacy enforcement actions, and the FTC's Internet of things. *The Business Lawyer*, 71(1), 293-304.
- Dijkman, R. M., Sprenkels, B., Peeters, T., & Janssen, A. (2015). Business models for the Internet of Things. *International Journal of Information Management*, 35(6), 672-678.
- Dimoulas, K. N. (2017). *Human robot collaboration (HRC) for assembly operations using industrial robots* (Doctoral dissertation).
- Djuric, A. M., Urbanic, R. J., & Rickli, J. L. (2016). A framework for collaborative robot (CoBot) integration in advanced manufacturing systems. *SAE International Journal of Materials and Manufacturing*, 9(2), 457-464.

- Drescher, D. (2017). Blockchain basics: A non-technical introduction in 25 steps. *Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps*.
- Druehl, C., Carrillo, J., & Hsuan, J. (2018). Technological Innovations: Impacts on Supply Chains. In *Innovation and Supply Chain Management* (pp. 259-281). Springer, Cham.
- Duclos, L. K., Vokurka, R. J., & Lummus, R. R. (2003). A conceptual model of supply chain flexibility. *Industrial Management & Data Systems*, 103(6), 446-456.
- Durowoju, O. A., Chan, H. K., & Wang, X. (2011). The impact of security and scalability of cloud service on supply chain performance. *Journal of Electronic Commerce Research*, 12(4), 243-256.
- Dweekat, A. J., & Park, J. (2016, May). Internet of Things-enabled supply chain performance measurement model. In *2016 International Conference on Industrial Engineering, Management Science and Application (ICIMSA)* (pp. 1-3). IEEE.
- Dweekat, A. J., Hwang, G., & Park, J. (2017). A supply chain performance measurement approach using the internet of things: toward more practical SCPMS. *Industrial Management & Data Systems*, 117(2), 267-286.
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., ... & Galanos, V. (2019). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*.
- EASA (2017, May). EASA publishes a proposal to operate small drones in Europe. Retrieved from <https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/easa-publishes-proposal-oper-ate-small-drones-europe>
- Ehret, M., & Wirtz, J. (2017). Unlocking value from machines: business models and the industrial internet of things. *Journal of Marketing Management*, 33(1-2), 111-130.
- Ekici, Ş. Ö., Kabak, Ö., & Ülengin, F. (2019). Improving logistics performance by reforming the pillars of Global Competitiveness Index. *Transport Policy*.
- Elia, V., Gnoni, M. G., & Lanzilotto, A. (2016). Evaluating the application of augmented reality devices in manufacturing from a process point of view: An AHP based model. *Expert systems with applications*, 63, 187-197.
- Engelenburg, S.van, Janssen, M., & Klievink, B. (2019). Design of a software architecture supporting business-to-government information sharing to improve public safety and security. *Journal of Intelligent information systems*, 1-24.
- Erol, S., Jäger, A., Hold, P., Ott, K., & Sihn, W. (2016). Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production. *Procedia CiRp*, 54, 13-18.
- FAA (2017). Getting started. Retrieved from https://www.faa.gov/uas/getting_started/

- Fallik, D. (2014). For big data, big questions remain.
- Fan, P. (2011). Innovation capacity and economic development: China and India. *Economic change and restructuring*, 44(1-2), 49-73.
- Fan, Y., Heilig, L., & Voß, S. (2015, August). Supply chain risk management in the era of big data. In *International conference of design, user experience, and usability* (pp. 283-294). Springer, Cham.
- Fang, C., Liu, X., Pardalos, P. M., & Pei, J. (2016). Optimization for a three-stage production system in the Internet of Things: procurement, production and product recovery, and acquisition. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 83(5-8), 689-710.
- Fanning, K., & Centers, D. P. (2016). Blockchain and its coming impact on financial services. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 27(5), 53-57.
- Farahani, P., Meier, C., & Wilke, J. (2017). Digital supply chain management agenda for the automotive supplier industry. In *Shaping the digital enterprise* (pp. 157-172). Springer, Cham.
- Fawcett, S. E., Croom, S., Osterhaus, P., Magnan, G. M., Brau, J. C., & McCarter, M. W. (2007). Information sharing and supply chain performance: the role of connectivity and willingness. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Ferreira, P., Martinho, R., & Domingos, D. (2010, September). IoT-aware business processes for logistics: limitations of current approaches. In *INForum* (pp. 611-622).
- Ferretti, M., & Schiavone, F. (2016). Internet of Things and business processes redesign in seaports: The case of Hamburg. *Business Process Management Journal*, 22(2), 271-284.
- Fikar, C. (2018). A decision support system to investigate food losses in e-grocery deliveries. *Computers & Industrial Engineering*, 117, 282-290.
- Flacco, F., Kroeger, T., De Luca, A., & Khatib, O. (2015). A depth space approach for evaluating distance to objects. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 80(1), 7-22.
- Forbes (2019). Walmart unveils a new lab store that uses AI.
- Forester (2018). The blockchain revolution will have to wait a little longer.
- Fosso Wamba, S., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2015). How 'big data' can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, 165, 234-246.
- Fotis, P., Karkalakos, S., & Asteriou, D. (2017). The relationship between energy demand and real GDP growth rate: the role of price asymmetries and spatial externalities within 34 countries across the globe. *Energy Economics*, 66, 69-84.

- Foursa, M., Schlegel, T., Meo, F., Praturlon, A. H., Ibarbia, J., Kopácsi, S., ... & Hasenbrink, F. (2006, July). INT-MANUS: revolutionary controlling of production processes. In *ACM SIGGRAPH 2006 Research posters* (p. 161). ACM.
- Fredericks, E. (2005). Infusing flexibility into business-to-business firms: A contingency theory and resource-based view perspective and practical implications. *Industrial Marketing Management*, 34(6), 555-565.
- Fujii, M., Murakami, H., & Sonehara, M. (2016). Study on application of a human-robot collaborative system using hand-guiding in a production line. *IHI Eng. Rev.*, 49(1), 24-29.
- Gabriel, M., & Pessl, E. (2016). Industry 4.0 and sustainability impacts: Critical discussion of sustainability aspects with a special focus on future of work and ecological consequences. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara*, 14(2), 131.
- Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International journal of information management*, 35(2), 137-144.
- Gaz, C., Magrini, E., & De Luca, A. (2018). A model-based residual approach for human-robot collaboration during manual polishing operations. *Mechatronics*, 55, 234-247.
- Gebler, M., Uiterkamp, A. J. S., & Visser, C. (2014). A global sustainability perspective on 3D printing technologies. *Energy Policy*, 74, 158-167.
- Geerts, G. L., & O'Leary, D. E. (2014). A supply chain of things: The EAGLET ontology for highly visible supply chains. *Decision Support Systems*, 63, 3-22.
- Geisberger, E., & Broy, M. (Eds.). (2015). *Living in a networked world: Integrated research agenda Cyber-Physical Systems (agendaCPS)*. Herbert Utz Verlag.
- Giannakis, M., & Louis, M. (2016). A multi-agent based system with big data processing for enhanced supply chain agility. *Journal of Enterprise Information Management*, 29(5), 706-727.
- Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2015). Direct digital manufacturing. In *Additive manufacturing technologies* (pp. 375-397). Springer, New York, NY.
- GilPress (2012). A very short history of big data.
- Glockner, H., Jannek, K., Mahn, J., & Theis, B. (2014). Augmented Reality in Logistics: Changing the way we see logistics—a DHL perspective. *DHL Customer Solutions & Innovation*, 28.
- Gnimpieba, Z. D. R., Nait-Sidi-Moh, A., Durand, D., & Fortin, J. (2015). Using Internet of Things technologies for a collaborative supply chain: Application to tracking of pallets and containers. *Procedia Computer Science*, 56, 550-557.
- Goldhar, J. D., & Jelinek, M. (1990). Manufacturing as a Service Business: CIM in the 21st Century. *Computers in Industry*, 14(1-3), 225-245.

- Goldsby, T. J., & Stank, T. P. (2000). World class logistics performance and environmentally responsible logistics practices. *Journal of Business Logistics*, 21(2), 187.
- Gress, D. R., & Kalafsky, R. V. (2015). Geographies of production in 3D: Theoretical and research implications stemming from additive manufacturing. *Geoforum*, 60, 43-52.
- Gu, C. (2017). Fast discrepancy identification for RFID-enabled IoT networks. *IEEE Access*, 6, 6194-6204.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7), 1645-1660.
- Guloglu, B., & Tekin, R. B. (2012). A panel causality analysis of the relationship among research and development, innovation, and economic growth in high-income OECD countries. *Eurasian Economic Review*, 2(1), 32-47.
- Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., Dubey, R., Wamba, S. F., Childe, S. J., Hazen, B., & Akter, S. (2017). Big data and predictive analytics for supply chain and organizational performance. *Journal of Business Research*, 70, 308-317.
- Guo, Y., & Liang, C. (2016). Blockchain application and outlook in the banking industry. *Financial Innovation*, 2(1), 24.
- Guo, Z., & Wong, W. (2013). Fundamentals of artificial intelligence techniques for apparel management applications. *Optimizing Decision Making in the Apparel Supply Chain Using Artificial Intelligence (AI): from Production to Retail*, 13-40.
- Gupta, M. (2017). E-Book: Blockchain for Dummies, IBM.
- Gupta, M., & George, J. F. (2016). Toward the development of a big data analytics capability. *Information & Management*, 53(8), 1049-1064.
- Guttentag, D. A. (2010). Virtual reality: Applications and implications for tourism. *Tourism Management*, 31(5), 637-651.
- Haddud, A., DeSouza, A., Khare, A., & Lee, H. (2017). Examining potential benefits and challenges associated with the Internet of Things integration in supply chains. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28(8), 1055-1085.
- Hahn, J., Ludwig, B., & Wolff, C. (2015, November). Augmented reality-based training of the PCB assembly process. In *Proceedings of the 14th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia* (pp. 395-399). ACM.
- Han, P., & Zhao, G. (2017). Line-based initialization method for mobile augmented reality in aircraft assembly. *The Visual Computer*, 33(9), 1185-1196.

- Hanifan, G., Sharma, A., & Newberry, C. (2014). The digital supply network: a new paradigm for supply chain management. *Accenture Global Management Consulting*, 1-8.
- Hanson, R., Falkenström, W., & Miettinen, M. (2017). Augmented reality as a means of conveying picking information in kit preparation for mixed-model assembly. *Computers & Industrial Engineering*, 113, 570-575.
- Hao, Y., & Helo, P. (2017). The role of wearable devices in meeting the needs of cloud manufacturing: A case study. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 45, 168-179
- Harris, I., Wang, Y., & Wang, H. (2015). ICT in multimodal transport and technological trends: Unleashing potential for the future. *International Journal of Production Economics*, 159, 88-103.
- Hazen, B. T., Boone, C. A., Ezell, J. D., & Jones-Farmer, L. A. (2014). Data quality for data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: An introduction to the problem and suggestions for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 154, 72-80.
- Hazen, B. T., Skipper, J. B., Ezell, J. D., & Boone, C. A. (2016). Big Data and predictive analytics for supply chain sustainability: A theory-driven research agenda. *Computers & Industrial Engineering*, 101, 592-598.
- Henderson, J. V., Storeygard, A., & Weil, D. N. (2012). Measuring economic growth from outer space. *American economic review*, 102(2), 994-1028.
- Hentout, A., Aouache, M., Maoudj, A., & Akli, I. (2019). Human–robot interaction in industrial collaborative robotics: a literature review of the decade 2008–2017. *Advanced Robotics*, 1-36.
- Henzel, R., & Herzwurm, G. (2018). Cloud Manufacturing: A state-of-the-art survey of current issues. *Procedia CIRP*, 72, 947-952.
- Hepler, L. (2015). Big Data vs. Disease: Mars, IBM Bet on Food Supply Chain Genomics.
- Herz, M., & Rauschnabel, P. A. (2019). Understanding the diffusion of virtual reality glasses: The role of media, fashion and technology. *Technological Forecasting and Social Change*, 138, 228-242.
- Hirsch, S., & Bijaoui, I. (1985). R&D intensity and export performance: a micro view. *Weltwirtschaftliches archiv*, 121(2), 238-251.
- Hofmann, E. (2017). Big data and supply chain decisions: the impact of volume, variety and velocity properties on the bullwhip effect. *International Journal of Production Research*, 55(17), 5108-5126.
- Hofmann, E., & Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89, 23-34.

- Hognelid, P., & Kalling, T. (2015, October). Internet of things and business models. In *2015 IEEE 9th International Conference on Standardization and Innovation in Information Technology (SIIT)* (pp. 1-7). IEEE.
- Holmström, J., Partanen, J., Tuomi, J., & Walter, M. (2010). Rapid manufacturing in the spare parts supply chain: alternative approaches to capacity deployment. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *21*(6), 687-697.
- Holweg, M. (2015). The limits of 3-D printing. *Harvard Business Review*.
- Hopkinson, N., & Dicknes, P. (2003). Analysis of rapid manufacturing—using layer manufacturing processes for production. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, *217*(1), 31-39.
- Hopkinson, N., Hague, R. J. M., & Dickens, P. M. (2006). Rapid manufacturing. *An Industrial Revolution for the Digital Age*. Chichester, England: John Wiley and Sons, Ltd.
- Hořejší, P. (2015). Augmented reality system for virtual training of parts assembly. *Procedia Engineering*, *100*, 699-706.
- Hoy, M. B. (2017). An introduction to the blockchain and its implications for libraries and medicine. *Medical reference services quarterly*, *36*(3), 273-279.
- Huang, S. H., Liu, P., Mokasdar, A., & Hou, L. (2013). Additive manufacturing and its societal impact: a literature review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *67*(5-8), 1191-1203.
- Hung, M. (2016). Special Report-IoT's Challenges and Opportunities in 2017.
- Hutabarat, W., Oyekan, J., Turner, C., Tiwari, A., Prajapat, N., Gan, X. P., & Waller, A. (2016, December). Combining virtual reality enabled simulation with 3D scanning technologies towards smart manufacturing. In *2016 Winter Simulation Conference (WSC)* (pp. 2774-2785). IEEE.
- Iddris, F. (2018). Digital Supply Chain: Survey of the Literature. *International Journal of Business Research and Management*, *9*(1), 47-61.
- IBM (2009). The benefits of cloud computing.
- IMF (1993). Foreign Direct Investment Trends and Statistics: A Summary—IMF. Some Key Concepts and Definitions for the Recording of FDI.
- Isma, A., & Brahim, B. (2015, May). Time-dependant trajectory generation for tele-operated mobile manipulator. In *2015 3rd International Conference on Control, Engineering & Information Technology (CEIT)* (pp. 1-5). IEEE.
- Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2019). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, *57*(3), 829-846.

- Jaiblai, P., & Shenai, V. (2019). The Determinants of FDI in Sub-Saharan Economies: A Study of Data from 1990–2017. *International Journal of Financial Studies*, 7(3), 43.
- Jain, A. D. S., Mehta, I., Mitra, J., & Agrawal, S. (2017). Application of big data in supply chain management. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 1106-1115.
- Jede, A., & Teuteberg, F. (2015). Integrating cloud computing in supply chain processes: a comprehensive literature review. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(6), 872-904.
- Jeppsson, A., & Olsson, O. (2017). Blockchains as a solution for traceability and transparency.
- Jeschke, S., Brecher, C., Meisen, T., Özdemir, D., & Eschert, T. (2017). Industrial internet of things and cyber manufacturing systems. In *Industrial Internet of Things* (pp. 3-19). Springer, Cham.
- Jin, J., Liu, Y., Ji, P., & Liu, H. (2016). Understanding big consumer opinion data for market-driven product design. *International Journal of Production Research*, 54(10), 3019-3041.
- Jin, Y., & Ji, S. (2013). Partner choice of supply chain based on 3d printing and big data. *Information Technology Journal*, 12(22), 6822.
- Johanson, M., Belenki, S., Jalminger, J., Fant, M., & Gjertz, M. (2014, October). Big automotive data: Leveraging large volumes of data for knowledge-driven product development. In *2014 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)* (pp. 736-741). IEEE.
- Kache, F., & Seuring, S. (2017). Challenges and opportunities of digital information at the intersection of Big Data Analytics and supply chain management. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(1), 10-36.
- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Forschungsunion.
- Kaisler, S., Armour, F., Espinosa, J. A., & Money, W. (2013, January). Big data: Issues and challenges moving forward. In *2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 995-1004). IEEE.
- Kalva, R. S. (2015). 3D printing—the future of manufacturing (The next industrial revolution). *International Journal of Innovations in Engineering and Technology*, 5(1), 184-190.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. A. (2018). Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 408-425.
- Kano, Y., & Nakajima, T. (2018). A novel approach to solve a mining work centralization problem in blockchain technologies. *International Journal of Pervasive Computing and Communications*, 14(1), 15-32.

- Kans, M., & Ingwald, A. (2016). Business model development towards service management 4.0. *Procedia CIRP*, 47, 489-494.
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15-25.
- Karahan, Ö. (2015). Intensity of business enterprise R&D expenditure and high-tech specification in European manufacturing Sector. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 806-813.
- Katchasuwanmanee, K., Bateman, R., & Cheng, K. (2016). Development of the Energy-smart Production Management system (e-ProMan): A Big Data driven approach, analysis and optimisation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 230(5), 972-978.
- Kaufmann, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M. (2011). The worldwide governance indicators: methodology and analytical issues. *Hague Journal on the Rule of Law*, 3(2), 220-246.
- Kaynak, E., Tatoglu, E., & Kula, V. (2005). An analysis of the factors affecting the adoption of electronic commerce by SMEs: Evidence from an emerging market. *International marketing review*, 22(6), 623-640.
- Keller, W. (2004). International technology diffusion. *Journal of economic literature*, 42(3), 752-782.
- Kembro, J., Selviaridis, K., & Näslund, D. (2014). Theoretical perspectives on information sharing in supply chains: a systematic literature review and conceptual framework. *Supply chain management: An international journal*, 19(5/6), 609-625.
- Kenney, R. (2015). Top 4 uses for drones in aircraft maintenance. *Aviation Week*.
- Khajavi, S. H., Partanen, J., & Holmström, J. (2014). Additive manufacturing in the spare parts supply chain. *Computers in industry*, 65(1), 50-63.
- Khorram, M., Faria, P., Abrishambaf, O., & Vale, Z. (2018, June). Demand response implementation in an optimization based SCADA model under real-time pricing schemes. In *International Symposium on Distributed Computing and Artificial Intelligence* (pp. 21-29). Springer, Cham.
- Kiel, D., Arnold, C., & Voigt, K. I. (2017a). The influence of the Industrial Internet of Things on business models of established manufacturing companies—A business level perspective. *Technovation*, 68, 4-19.
- Kiel, D., Müller, J. M., Arnold, C., & Voigt, K. I. (2017b). Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. *International Journal of Innovation Management*, 21(08), 1740015.

- Kietzmann, J., Pitt, L., & Berthon, P. (2015). Disruptions, decisions, and destinations: Enter the age of 3-D printing and additive manufacturing. *Business Horizons*, 58(2), 209-215.
- Kim, H., & Laskowski, M. (2017, July). A perspective on blockchain smart contracts: Reducing uncertainty and complexity in value exchange. In *2017 26th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN)* (pp. 1-6). IEEE.
- Kim, S., & Shin, D.H. (2016). Forecasting short-term air passenger demand using big data from search engine queries. *Automation in Construction*, 70, 98-108.
- Kinnaird, C. and Geipel, M. (2017). Blockchain Technology. *Arup*.
- Kinnett, J. (2015). Creating a Digital Supply Chain: Monsanto's Journey. In *Washington: 7th Annual BCTIM Industry Conference*.
- Kirazli, A., & Hormann, R. (2015). A conceptual approach for identifying Industrie 4.0 application scenarios. In *IIE Annual Conference. Proceedings* (p. 862). Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE).
- Kiritisis, D. (2011). Closed-loop PLM for intelligent products in the era of the Internet of things. *Computer-Aided Design*, 43(5), 479-501.
- Klein, R., Rai, A., & Straub, D. W. (2007). Competitive and cooperative positioning in supply chain logistics relationships. *Decision Sciences*, 38(4), 611-646.
- Klindokmai, S., Neech, P., Wu, Y., Ojiako, U., Chipulu, M., & Marshall, A. (2014). Evaluation of forecasting models for air cargo. *The International Journal of Logistics Management*, 25(3), 635-655.
- Kochak, A., & Sharma, S. (2015). Demand forecasting using neural network for supply chain management. *International journal of mechanical engineering and robotics research*, 4(1), 96-104.
- Korpela, K., Hallikas, J., & Dahlberg, T. (2017, January). Digital supply chain transformation toward blockchain integration. In *proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences*.
- Krüger, J., Lien, T. K., & Verl, A. (2009). Cooperation of human and machines in assembly lines. *CIRP annals*, 58(2), 628-646.
- Kruth, J. P., Leu, M. C., & Nakagawa, T. (1998). Progress in additive manufacturing and rapid prototyping. *Cirp Annals*, 47(2), 525-540.
- Kshetri, N. (2017a). Can blockchain strengthen the internet of things?. *IT professional*, 19(4), 68-72.
- Kshetri, N. (2017b). Potential roles of blockchain in fighting poverty and reducing financial exclusion in the global south.

- Kshetri, N. (2017c). Will blockchain emerge as a tool to break the poverty chain in the Global South?. *Third World Quarterly*, 38(8), 1710-1732.
- Kshetri, N. (2018). Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80-89.
- Kuka robotics (2017). Available from: <http://www.kukarobotics.com/>
- Kumar, K. S., Tamilselvan, S., Sha, B. I., Harish, S., & Student, B. E. (2018). Artificial Intelligence Powered Banking Chatbot. *International Journal of Engineering Science*, 16134.
- Kumar, S. L. (2017). State of the art-intense review on artificial intelligence systems application in process planning and manufacturing. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 65, 294-329.
- Kunc, M., & O'brien, F. A. (2019). The role of business analytics in supporting strategy processes: Opportunities and limitations. *Journal of the Operational Research Society*, 70(6), 974-985.
- Kypriotaki, K., Zamani, E., & Giaglis, G. (2015, April). From bitcoin to decentralized autonomous corporations. In *International conference on enterprise information systems* (pp. 284-290).
- Lal, P., & Bharadwaj, S. S. (2016). Understanding the impact of cloud-based services adoption on organizational flexibility: An exploratory study. *Journal of Enterprise Information Management*, 29(4), 566-588.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6(4), 239-242.
- Laudien, S. M., & Daxböck, B. (2016). The influence of the industrial internet of things on business model design: A qualitative-empirical analysis. *International Journal of Innovation Management*, 20(08), 1640014.
- Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431-440.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 3, 18-23.
- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia Cirp*, 16, 3-8.
- Lee, J., Lapira, E., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2013). Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. *Manufacturing letters*, 1(1), 38-41.
- Leveling, J., Edelbrock, M., & Otto, B. (2014, December). Big data analytics for supply chain management. In *2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 918-922). IEEE.

- Levine, M. (2017). Cargo blockchains and Deutsche bank.
- Leymann, F., Fehling, C., Mietzner, R., Nowak, A., & Dustdar, S. (2011). Moving applications to the cloud: an approach based on application model enrichment. *International Journal of Cooperative Information Systems*, 20(03), 307-356.
- Li, B. H., Zhang, L., Ren, L., Chai, X. D., Tao, F., Wang, Y. Z., ... & Zhou, Z. D. (2012). Typical characteristics, technologies and applications of cloud manufacturing. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 18(7), 1345-1356.
- Li, B. H., Zhang, L., Wang, S. L., Tao, F., Cao, J. W., Jiang, X. D., ... & Chai, X. D. (2010). Cloud manufacturing: a new service-oriented networked manufacturing model. *Computer integrated manufacturing systems*, 16(1), 1-7.
- Li, D., & Wang, X. (2017). Dynamic supply chain decisions based on networked sensor data: an application in the chilled food retail chain. *International Journal of Production Research*, 55(17), 5127-5141.
- Li, S., Da Xu, L., & Zhao, S. (2015). The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243-259.
- Lim, J., & Jung, H. (2017, December). Drone delivery scheduling simulations focusing on charging speed, weight and battery capacity: Case of remote islands in South Korea. In *2017 Winter Simulation Conference (WSC)* (pp. 4550-4551). IEEE.
- Lindemann, C., Jahnke, U., Moi, M., & Koch, R. (2012, August). Analyzing product lifecycle costs for a better understanding of cost drivers in additive manufacturing. In *23th Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium—An Additive Manufacturing Conference. Austin Texas USA 6th-8th August*. RIVEDI
- Lipson, H., & Kurman, M. (2013). *Fabricated: The new world of 3D printing*. John Wiley & Sons.
- Liu, H., Ke, W., Wei, K. K., Gu, J., & Chen, H. (2010). The role of institutional pressures and organizational culture in the firm's intention to adopt internet-enabled supply chain management systems. *Journal of Operations Management*, 28(5), 372-384.
- Liu, S., Yang, Y., Qu, W. G., & Liu, Y. (2016). The business value of cloud computing: the partnering agility perspective. *Industrial Management & Data Systems*, 116(6), 1160-1177.
- Liu, Y., Wang, L., Wang, X. V., Xu, X., & Zhang, L. (2019). Scheduling in cloud manufacturing: state-of-the-art and research challenges. *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 4854-4879.
- Lou, P., Liu, Q., Zhou, Z., & Wang, H. (2011, August). Agile supply chain management over the internet of things. In *2011 International Conference on Management and Service Science* (pp. 1-4). IEEE.

- Lozano-Nieto, A. (2012). Radio frequency identification in the smart supply chain. In *Customer-Oriented Global Supply Chains: Concepts for Effective Management* (pp. 198-207). IGI Global.
- Lu, Q., & Xu, X. (2017). Adaptable blockchain-based systems: A case study for product traceability. *IEEE Software*, 34(6), 21-27.
- Lu, S., & Wang, X. (2016, August). Toward an intelligent solution for perishable food cold chain management. In *2016 7th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)* (pp. 852-856). IEEE.
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10.
- Lucendo-Monedero, A. L., Ruiz-Rodríguez, F., & González-Relaño, R. (2019). Measuring the digital divide at regional level. A spatial analysis of the inequalities in digital development of households and individuals in Europe. *Telematics and Informatics*, 41, 197-217.
- Macaulay, J., Buckalew, L., & Chung, G. (2015). Internet of things in logistics. *DHL Trend Research*, 1(1), 1-27.
- MacCarthy, B. L., Blome, C., Olhager, J., Srai, J. S., & Zhao, X. (2016). Supply chain evolution—theory, concepts and science. *International Journal of Operations & Production Management*, 36(12), 1696-1718.
- Mackey, T. K., & Nayyar, G. (2017). A review of existing and emerging digital technologies to combat the global trade in fake medicines. *Expert opinion on drug safety*, 16(5), 587-602.
- Mahalik, M. K., Babu, M. S., Loganathan, N., & Shahbaz, M. (2017). Does financial development intensify energy consumption in Saudi Arabia?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1022-1034.
- Mainprice, J., Sisbot, E. A., Siméon, T., & Alami, R. (2010). Planning safe and legible hand-over motions for human-robot interaction.
- Majeed, A. A., & Rupasinghe, T. D. (2017). Internet of things (IoT) embedded future supply chains for industry 4.0: An assessment from an ERP-based fashion apparel and footwear industry. *International Journal of Supply Chain Management*, 6(1), 25-40.
- Majewski, M., & Kacalak, W. (2016, August). Human-machine speech-based interfaces with augmented reality and interactive systems for controlling mobile cranes. In *International Conference on Interactive Collaborative Robotics*(pp. 89-98). Springer, Cham.
- Malaka, I., & Brown, I. (2015a). Challenges to the organisational adoption of big data analytics. In *Proceedings of the 2015 annual research conference on South African institute of computer scientists and information technologists – SAICSIT '15* (pp. 1-9).

- Malaka, I., & Brown, I. (2015b). Challenges to the organisational adoption of big data analytics: a case study in the South African telecommunications industry. In *Proceedings of the 2015 annual research conference on South African institute of computer scientists and information technologists* (p. 1-9). ACM.
- Malina, L., Hajny, J., Fujdiak, R., & Hosek, J. (2016). On perspective of security and privacy-preserving solutions in the internet of things. *Computer Networks*, 102, 83-95.
- Mann, J. (2015). The Internet of Things: Opportunities and applications across industries. *International Institute for Analytics, Enterprise Research Service, December*.
- Manners-Bell, J., & Lyon, K. (2012). The implications of 3D printing for the global logistics industry. *Transport Intelligence*, 1-5.
- Mansard, N., Khatib, O., & Kheddar, A. (2009). A unified approach to integrate unilateral constraints in the stack of tasks. *IEEE Transactions on Robotics*, 25(3), 670-685.
- Mansfield-Devine, S. (2017). Beyond Bitcoin: using blockchain technology to provide assurance in the commercial world. *Computer Fraud & Security*, 2017(5), 14-18.
- Manuel Maqueira, J., Moyano-Fuentes, J., & Bruque, S. (2019). Drivers and consequences of an innovative technology assimilation in the supply chain: cloud computing and supply chain integration. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2083-2103.
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P., & Marrs, A. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy* (Vol. 180). San Francisco, CA: McKinsey Global Institute.
- Marinelli, M., Caggiani, L., Ottomanelli, M., & Dell'Orco, M. (2017). En route truck–drone parcel delivery for optimal vehicle routing strategies. *IET Intelligent Transport Systems*, 12(4), 253-261.
- Marsal-Llacuna, M. L. (2018). Future living framework: Is blockchain the next enabling network?. *Technological Forecasting and Social Change*, 128, 226-234.
- Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., & Ghalsasi, A. (2011). Cloud computing—The business perspective. *Decision support systems*, 51(1), 176-189.
- Martinelli, A., Mina, A., & Moggi, M. (2019). *The Enabling Technologies of Industry 4.0: Examining the Seeds of the Fourth Industrial Revolution* (No. 2019/09). Laboratory of Economics and Management (LEM), Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, Italy.
- Martinetti, A., Rajabalinejad, M., & van Dongen, L. (2017). Shaping the future maintenance operations: reflections on the adoptions of Augmented Reality through problems and opportunities. *Procedia CIRP*, 59, 14-17.

- Martínez-Sala, A. S., Egea-López, E., García-Sánchez, F., & García-Haro, J. (2009). Tracking of returnable packaging and transport units with active RFID in the grocery supply chain. *Computers in Industry*, *60*(3), 161-171.
- Masoni, R., Ferrise, F., Bordegoni, M., Gattullo, M., Uva, A. E., Fiorentino, M., ... & Di Donato, M. (2017). Supporting remote maintenance in industry 4.0 through augmented reality. *Procedia Manufacturing*, *11*, 1296-1302.
- Masood, T., & Egger, J. (2019). Augmented reality in support of Industry 4.0—Implementation challenges and success factors. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, *58*, 181-195.
- Masood, T., Egger, J., & Kern, M. (2018). Future-proofing the Through-life Engineering Service Systems. *Procedia Manufacturing*, *16*, 179-186.
- Mathur, P. (2019). Key Technological Advancements in Retail. In *Machine Learning Applications Using Python* (pp. 159-181). Apress, Berkeley, CA.
- Maurer, B. (2017). Blockchains are a diamond's best friend. *Money Talks: Explaining How Money Really Works*, edited by F. F. W. Nina Bandelj and Viviana A. Zelizer, 215–230. Princeton University Press.
- Maurice, P. (2015). Virtual Ergonomics for the design of collaborative robots (Thèse de doctorat). *Université Pierre et Marie Curie, Paris IV*.
- Meier, C. (2016). Digital supply chain management, in Uhl A, Gollenia LA (Ed.), Digital enterprise transformation. A business-driven approach to leveraging innovative IT. Routledge, London
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing.
- Mellor, S., Hao, L., & Zhang, D. (2014). Additive manufacturing: A framework for implementation. *International Journal of Production Economics*, *149*, 194-201.
- Merlino, M., & Sproge, I. (2017). The augmented supply chain. *Procedia Engineering*, *178*, 308-318.
- Metzger, A., Leitner, P., Ivanović, D., Schmieders, E., Franklin, R., Carro, M., ... & Pohl, K. (2014). Comparing and combining predictive business process monitoring techniques. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, *45*(2), 276-290.
- Michael, K., & McCathie, L. (2005, July). The pros and cons of RFID in supply chain management. In *International Conference on Mobile Business (ICMB'05)* (pp. 623-629). IEEE.
- Michelman, P. (2017). Seeing beyond the blockchain hype. *MIT Sloan Management Review*, *58*(4), 17.
- Middleton, C. A., & Sorensen, C. (2006). How connected are Canadians? Inequities in Canadian households' Internet access. *Canadian Journal of Communication*, *30*(4).

- Miles, R. E., & Snow, C. C. (2007). Organization theory and supply chain management: An evolving research perspective. *Journal of operations management*, 25(2), 459-463.
- Min, H. (2010). Artificial intelligence in supply chain management: theory and applications. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 13(1), 13-39.
- Mishra, N., Singh, A., Kumari, S., Govindan, K., & Ali, S. I. (2016). Cloud-based multi-agent architecture for effective planning and scheduling of distributed manufacturing. *International Journal of Production Research*, 54(23), 7115-7128.
- Modares, H., Ranatunga, I., Lewis, F. L., & Popa, D. O. (2015). Optimized assistive human–robot interaction using reinforcement learning. *IEEE transactions on cybernetics*, 46(3), 655-667.
- Moghaddam, M., & Nof, S. Y. (2018). Collaborative service-component integration in cloud manufacturing. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 677-691.
- Mohr, S., & Khan, O. (2015). 3D printing and its disruptive impacts on supply chains of the future. *Technology Innovation Management Review*, 5(11), 20.
- Moktadir, M. A., Ali, S. M., Paul, S. K., & Shukla, N. (2019). Barriers to big data analytics in manufacturing supply chains: A case study from Bangladesh. *Computers & Industrial Engineering*, 128, 1063-1075.
- Mörtl, A., Lawitzky, M., Kucukyilmaz, A., Sezgin, M., Basdogan, C., & Hirche, S. (2012). The role of roles: Physical cooperation between humans and robots. *The International Journal of Robotics Research*, 31(13), 1656-1674.
- Mougayar, W. (2016). *The business blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology*. John Wiley & Sons.
- Moulières-Seban, T., Bitonneau, D., Salotti, J. M., Thibault, J. F., & Claverie, B. (2017). Human factors issues for the Design of a Cobotic System. In *Advances in human factors in robots and unmanned systems* (pp. 375-385). Springer, Cham.
- Moulières-Seban T, Salotti JM, Claverie B, et al. (2018). Classification of cobotic systems for industrial applications. *Ingénierie Cognit*, 1(1), 1-8.
- Mourtzis, D., Vlachou, A., & Zogopoulos, V. (2017b). Cloud-based augmented reality remote maintenance through shop-floor monitoring: a product-service system approach. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 139(6), 061011.
- Mourtzis, D., Zogopoulos, V., & Vlachou, E. (2017a). Augmented reality application to support remote maintenance as a service in the robotics industry. *Procedia CIRP*, 63, 46-51.
- Mourtzis, D., Zogopoulos, V., Katagis, I., & Lagios, P. (2018). Augmented Reality based Visualization of CAM Instructions towards Industry 4.0 paradigm: a CNC Bending Machine case study. *Procedia CIRP*, 70, 368-373.

- Müller, J., Dotzauer, V., & Voigt, K. I. (2017). Industry 4.0 and its impact on reshoring decisions of German manufacturing enterprises. In *Supply Management Research* (pp. 165-179). Springer Gabler, Wiesbaden.
- Müller, R., Vette, M., & Mailahn, O. (2016). Process-oriented task assignment for assembly processes with human-robot interaction. *Procedia CIRP*, 44, 210-215.
- Murauer, N., Pflanz, N., & von Hassel, C. (2018). Comparison of Scan-Mechanisms in Augmented Reality-Supported Order Picking Processes. In *SmartObjects@ CHI* (pp. 69-76).
- Murray, C. C., & Chu, A. G. (2015). The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 54, 86-109.
- Nabli, M. K., & Végonzonès-Varoudakis, M. A. (2002). *Exchange rate regime and competitiveness of manufactured exports: The case of MENA countries*. World Bank, Office of the Chief Economist.
- Navickas, V., & Gružauskas, V. (2016). Big data concept in the food supply chain: Small markets case. *Scientific Annals of Economics and Business*, 63(1), 15-28.
- Nayak, R., & Padhye, R. (2018). Introduction to automation in garment manufacturing. In *Automation in Garment Manufacturing* (pp. 1-27). Woodhead Publishing.
- Nelson, J., & Gorichanaz, T. (2019). Trust as an ethical value in emerging technology governance: The case of drone regulation. *Technology in Society*.
- Newcome, L. R. (2004). *Unmanned aviation: a brief history of unmanned aerial vehicles*. American Institute of Aeronautics and Astronautics.
- Ng, I., Scharf, K., Pogrebna, G., & Maull, R. (2015). Contextual variety, Internet-of-Things and the choice of tailoring over platform: Mass customisation strategy in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 159, 76-87.
- Nguyen, T., Li, Z. H. O. U., Spiegler, V., Ieromonachou, P., & Lin, Y. (2018). Big data analytics in supply chain management: A state-of-the-art literature review. *Computers & Operations Research*, 98, 254-264.
- Nikolopoulos, K. I., Babai, M. Z., & Bozos, K. (2016). Forecasting supply chain sporadic demand with nearest neighbor approaches. *International Journal of Production Economics*, 177, 139-148.
- Novais, L., Maqueira, J. M., & Ortiz-Bas, Á. (2019). A systematic literature review of cloud computing use in supply chain integration. *Computers & Industrial Engineering*, 129, 296-314.
- OECD (1990). OECD Benchmark Definition of Foreign Direct Investment.

- Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, *83*, 121-139.
- Olivares, V., Córdova, F., & Durán, C. (2017, October). Transport logistics and simulation model for fleet of drones in a Mass Customization System. In *2017 CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON)* (pp. 1-6). IEEE.
- Ogundari, K., & Awokuse, T. (2018). Human capital contribution to economic growth in Sub-Saharan Africa: Does health status matter more than education?. *Economic Analysis and Policy*, *58*, 131-140.
- Ong, S. K., & Nee, A. Y. C. (2013). *Virtual and augmented reality applications in manufacturing*. Springer Science & Business Media.
- Opresnik, D., & Taisch, M. (2015). The value of big data in servitization. *International Journal of Production Economics*, *165*, 174-184.
- Osservatorio, S. M. (2015). Osservatorio Smart Manufacturing, Politecnico di Milano, School of Management.
- Paksoy, T., KARAOĞLAN, İ., Gökçen, H., Pardalos, P. M., & TORĞUL, B. (2016). An experimental research on closed loop supply chain management with internet of things. *Journal of Economics Bibliography*, *3(1S)*, 1-20.
- Panchmatia, M. (2015). Use big data to help procurement'make a real difference.
- Pang, Z., Chen, Q., Han, W., & Zheng, L. (2015). Value-centric design of the internet-of-things solution for food supply chain: Value creation, sensor portfolio and information fusion. *Information Systems Frontiers*, *17(2)*, 289-319.
- Paolanti, M., Liciotti, D., Pietrini, R., Mancini, A., & Frontoni, E. (2018). Modelling and forecasting customer navigation in intelligent retail environments. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, *91(2)*, 165-180.
- Papadopoulos, T., Gunasekaran, A., Dubey, R., & Fosso Wamba, S. (2017). Big data and analytics in operations and supply chain management: managerial aspects and practical challenges. *Production Planning & Control*, *28(11-12)*, 873-876.
- Pape, T. (2016). Prioritising data items for business analytics: Framework and application to human resources. *European Journal of Operational Research*, *252(2)*, 687-698.
- Park, H. M., Lee, S. H., & Choi, J. S. (2008, September). Wearable augmented reality system using gaze interaction. In *Proceedings of the 7th IEEE/ACM international Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 175-176). IEEE Computer Society.

- Parra-Vega, V., Sanchez, A., Izaguirre, C., Garcia, O., & Ruiz-Sanchez, F. (2013). Toward aerial grasping and manipulation with multiple UAVs. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 70(1-4), 575-593.
- Parry, G. C., Brax, S. A., Maull, R. S., & Ng, I. C. (2016). Operationalising IoT for reverse supply: the development of use-visibility measures. *Supply Chain Management: An International Journal*, 21(2), 228-244.
- Patel, D., Bothra, J., & Patel, V. (2017). Blockchain exhumed. In *2017 ISEA Asia Security and Privacy (ISEASP)* (pp. 1-12). IEEE.
- Pazaitis, A., De Filippi, P., & Kostakis, V. (2017). Blockchain and value systems in the sharing economy: The illustrative case of Backfeed. *Technological Forecasting and Social Change*, 125, 105-115.
- Pearson, M., Gjendem, F. H., Kaltenbach, P., Schatteman, O., & Hanifan, G. (2014). Big Data Analytics in Supply Chain: Hype or Here to Stay. *Accenture: Munich, Germany*.
- Penthin, S., & Dillman, R. (2015). Digital SCM. *BearingPoint. Germany*.
- Perboli, G., Musso, S., & Rosano, M. (2018). Blockchain in logistics and supply chain: A lean approach for designing real-world use cases. *IEEE Access*, 6, 62018-62028.
- Peristeris, T., & Redzepovic, D. (2015). Big Data-driven Innovation: The role of big data in new product development.
- Peshkin, M. A., Colgate, J. E., Wannasuphprasit, W., Moore, C. A., Gillespie, R. B., & Akella, P. (2001). Cobot architecture. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 17(4), 377-390.
- Peshkin, M., & Colgate, J. E. (1999). Cobots. *Industrial Robot: An International Journal*, 26(5), 335-341.
- Petrick, I. J., & Simpson, T. W. (2013). 3D printing disrupts manufacturing: how economies of one create new rules of competition. *Research-Technology Management*, 56(6), 12-16.
- Peukert, B., Benecke, S., Clavell, J., Neugebauer, S., Nissen, N. F., Uhlmann, E., ... & Finkbeiner, M. (2015). Addressing sustainability and flexibility in manufacturing via smart modular machine tool frames to support sustainable value creation. *Procedia CIRP*, 29, 514-519.
- Pfisterer, D., Radonjic-Simic, M., & Reichwald, J. (2016). Business model design and architecture for the internet of everything. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 5(2), 7.
- Pfoertsch, W., & Chen, J. (2011). Measuring the Value of Ingredient Brand Equity at Multiple Stages in the Supply Chain: A Component Supplier's Perspective. *Academy of Marketing Studies Journal*, 15(1), 39.
- PLAN, S. (2016). THE NATIONAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH AND DEVELOPMENT STRATEGIC PLAN.

- Popa, V. (2013). The financial supply chain management: a new solution for supply chain resilience. *Amfiteatru Economic Journal*, 15(33), 140-153.
- Porter, M. E., & Stern, S. (2001). National innovative capacity. *The global competitiveness report, 2002*, 102-118.
- Pour, M. A., Zanardini, M., Bacchetti, A., & Zanoni, S. (2016). Additive manufacturing impacts on productions and logistics systems. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 1679-1684.
- PwC. (2013). 3D Printing: A Potential Game Changer for Aerospace and Defense. *Gaining Altitude*.
- PwC. (2016a). 3D Printing comes of age in US industrial manufacturing.
- PwC. (2016b). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Retrieved from PwC Website: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>.
- Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2019). Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Qiu, X., Luo, H., Xu, G., Zhong, R., & Huang, G. Q. (2015). Physical assets and service sharing for IoT-enabled Supply Hub in Industrial Park (SHIP). *International Journal of Production Economics*, 159, 4-15.
- Raab, M., & Griffin-Cryan, B. (2011). Creating Value-When Digital Meets Physical Digital Transformation of Supply Chains.
- Radkowski, R., & Stritzke, C. (2012). Interactive hand gesture-based assembly for augmented reality applications. In *Proceedings of the 2012 International Conference on Advances in Computer-Human Interactions* (pp. 303-308).
- Raj, S., & Sharma, A. (2014). Supply chain management in the cloud. *Accenture Global Management Consulting*, 1-12.
- Raman, S., Patwa, N., Niranjana, I., Ranjan, U., Moorthy, K., & Mehta, A. (2018). Impact of big data on supply chain management. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 21(6), 579-596.
- Rao, B., Gopi, A. G., & Maione, R. (2016). The societal impact of commercial drones. *Technology in Society*, 45, 83-90.
- Rayna, T., & Striukova, L. (2016). From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 102, 214-224.

- Reaidy, P. J., Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2015). Bottom-up approach based on Internet of Things for order fulfillment in a collaborative warehousing environment. *International Journal of Production Economics*, 159, 29-40.
- Ren, L., Zhang, L., Tao, F., Zhang, X., Luo, Y., & Zhang, Y. (2012). A methodology towards virtualisation-based high performance simulation platform supporting multidisciplinary design of complex products. *Enterprise Information Systems*, 6(3), 267-290.
- Ren, L., Zhang, L., Tao, F., Zhao, C., Chai, X., & Zhao, X. (2015). Cloud manufacturing: from concept to practice. *Enterprise Information Systems*, 9(2), 186-209.
- Ren, L., Zhang, L., Wang, L., Tao, F., & Chai, X. (2017). Cloud manufacturing: key characteristics and applications. *International journal of computer integrated manufacturing*, 30(6), 501-515.
- Ren, L., Zhang, L., Zhang, Y. B., Tao, F., & Luo, Y. L. (2011). Resource virtualization in cloud manufacturing. *Computer integrated manufacturing systems*, 17(3), 511-518.
- Rengier, F., Mehndiratta, A., Von Tengg-Koblogk, H., Zechmann, C. M., Unterhinninghofen, R., Kauczor, H. U., & Giesel, F. L. (2010). 3D printing based on imaging data: review of medical applications. *International journal of computer assisted radiology and surgery*, 5(4), 335-341.
- Renner, P., & Pfeiffer, T. (2017, October). [POSTER] Augmented Reality Assistance in the Central Field-of-View Outperforms Peripheral Displays for Order Picking: Results from a Virtual Reality Simulation Study. In *2017 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct)* (pp. 176-181). IEEE.
- Restrepo, S. S., Raiola, G., Chevalier, P., Lamy, X., & Sidobre, D. (2017, July). Iterative virtual guides programming for human-robot comanipulation. In *2017 IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM)* (pp. 219-226). IEEE.
- Reyna, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E., & Díaz, M. (2018). On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. *Future Generation Computer Systems*, 88, 173-190.
- Rezaei, M., Akbarpour Shirazi, M., & Karimi, B. (2017). IoT-based framework for performance measurement: a real-time supply chain decision alignment. *Industrial Management & Data Systems*, 117(4), 688-712.
- Richey Jr, R. G., Morgan, T. R., Lindsey-Hall, K., & Adams, F. G. (2016). A global exploration of big data in the supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 46(8), 710-739.
- Riggins, F. J., & Wamba, S. F. (2015, January). Research directions on the adoption, usage, and impact of the internet of things through the use of big data analytics. In *2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 1531-1540). IEEE.

- Rogers, H., Baricz, N., & Pawar, K. S. (2016). 3D printing services: classification, supply chain implications and research agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 46(10), 886-907.
- Roldán, J. J., Crespo, E., Martín-Barrio, A., Peña-Tapia, E., & Barrientos, A. (2019). A training system for Industry 4.0 operators in complex assemblies based on virtual reality and process mining. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 59, 305-316.
- Roldán, J. J., Peña-Tapia, E., Garzón-Ramos, D., de León, J., Garzón, M., del Cerro, J., & Barrientos, A. (2019). Multi-robot Systems, Virtual Reality and ROS: Developing a New Generation of Operator Interfaces. In *Robot Operating System (ROS)* (pp. 29-64). Springer, Cham.
- Roldán, J., Peña-Tapia, E., Martín-Barrio, A., Olivares-Méndez, M., Del Cerro, J., & Barrientos, A. (2017). Multi-robot interfaces and operator situational awareness: Study of the impact of immersion and prediction. *Sensors*, 17(8), 1720.
- Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., Noran, O., Bernus, P., Fast-Berglund, Å., & Gorecky, D. (2016, October). Towards an operator 4.0 typology: a human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies. In *International conference on computers and industrial engineering (CIE46) proceedings*.
- Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). The internet of things: An overview. *The Internet Society (ISOC)*, 80.
- Rouse, M. (2016). Digital Supply Chain, *Search Manufacturing ERP.com*.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54-89.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. Malaysia; Pearson Education Limited.
- Ryan, P., & Watson, R. (2017). Research challenges for the Internet of Things: what role can OR play?. *Systems*, 5(1), 24.
- Ryan, W. M., & Loeffler, C. M. (2010). Insights into cloud computing. *Intellectual Property & Technology Law Journal*, 22(11), 22.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117-2135.

- Sanna, A., Manuri, F., Lamberti, F., Paravati, G., & Pezzolla, P. (2015, January). Using handheld devices to support augmented reality-based maintenance and assembly tasks. In *2015 IEEE international conference on consumer electronics (ICCE)* (pp. 178-179). IEEE.
- Santos, R. M., Orozco, J., Mosse, D., Petrucci, V., Ochoa, S. F., & Meseguer, R. (2017, November). Flying real-time network for disaster assistance. In *International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence* (pp. 591-602). Springer, Cham.
- Sarac, A., Absi, N., & Dauzère-Pérès, S. (2010). A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management. *International Journal of Production Economics*, *128*(1), 77-95.
- Sarker, S., Khan, A., & Mahmood, R. (2016). Domestic credit, school enrollment & hi-tech exports in Bangladesh. *Romanian Economic and Business Review*, *11*(1), 7.
- Sasson, A., & Johnson, J. C. (2016). The 3D printing order: variability, supercenters and supply chain reconfigurations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *46*(1), 82-94.
- Saygin, C., Sarangapani, J., & Grasman, S. E. (2007). A systems approach to viable RFID implementation in the supply chain. In *Trends in supply chain design and management* (pp. 3-27). Springer, London.
- Schiavi, R., Bicchi, A., & Flacco, F. (2009, May). Integration of active and passive compliance control for safe human-robot coexistence. In *2009 IEEE International Conference on Robotics and Automation* (pp. 259-264). IEEE.
- Schlechtendahl, J., Keinert, M., Kretschmer, F., Lechler, A., & Verl, A. (2015). Making existing production systems Industry 4.0-ready. *Production Engineering*, *9*(1), 143-148.
- Schlegel, G. L. (2014). Utilizing big data and predictive analytics to manage supply chain risk. *The Journal of Business Forecasting*, *33*(4), 11.
- Schmidt, B., Rutkowsky, S., Petersen, I., Klötzke, F., Wallenburg, C. M., & Einmahl, L. (2015). Digital supply chains: increasingly critical for competitive edge. *European AT Kearney, WHU Logistics Study*.
- Schmidtler, J., Knott, V., Hölzel, C., & Bengler, K. (2015). Human Centered Assistance Applications for the working environment of the future. *Occupational Ergonomics*, *12*(3), 83-95.
- Schoenherr, T., & Speier-Pero, C. (2015). Data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: Current state and future potential. *Journal of Business Logistics*, *36*(1), 120-132.
- Schrauf, S., & Bertram, P. (2016). Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused. *Strategy*, 1-32.

- Schuhmacher, J., & Hummel, V. (2016). Decentralized control of logistic processes in cyber-physical production systems at the example of ESB Logistics Learning Factory. *Procedia Cirp*, 54, 19-24.
- Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Currency.
- Segovia, D., Mendoza, M., Mendoza, E., & González, E. (2015). Augmented reality as a tool for production and quality monitoring. *Procedia Computer Science*, 75, 291-300.
- Seybert, H. (2011). Internet use in households and by individuals in 2011. *Eurostat statistics in focus*, 66, 2011.
- Shahbaz, M., Mallick, H., Mahalik, M. K., & Sadorsky, P. (2016). The role of globalization on the recent evolution of energy demand in India: Implications for sustainable development. *Energy Economics*, 55, 52-68.
- Shahbaz, M., Bhattacharya, M., & Mahalik, M. K. (2017). Finance and income inequality in Kazakhstan: evidence since transition with policy suggestions. *Applied Economics*, 49(52), 5337-5351.
- Shankar, U. (2015). How the internet of things impacts supply chains. *Inbound logistics*.
- Sharma, M., & Garg, N. (2016). Inventory control and big data. In *Optimal Inventory Control and Management Techniques* (pp. 222-235). IGI Global.
- Sharma, P., Davcik, N. S., & Pillai, K. G. (2016). Product innovation as a mediator in the impact of R&D expenditure and brand equity on marketing performance. *Journal of Business Research*, 69(12), 5662-5669.
- She, Y., Su, H. J., Lai, C., & Meng, D. (2016, August). Design and prototype of a tunable stiffness arm for safe human-robot interaction. In *ASME 2016 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* (pp. V05BT07A063-V05BT07A063). American Society of Mechanical Engineers.
- Shen, Y., Reinhart, G., & Tseng, M. M. (2015, April). A design approach for incorporating task coordination for human-robot-coexistence within assembly systems. In *2015 Annual IEEE Systems Conference (SysCon) Proceedings* (pp. 426-431). IEEE.
- Shenkoya, T., & Dae-Woo, C. (2019). Impact of IoT on social innovation in Japan. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*.
- Shermin, V. (2017). Disrupting governance with blockchains and smart contracts. *Strategic Change*, 26(5), 499-509.
- Shih, C. W., & Wang, C. H. (2016). Integrating wireless sensor networks with statistical quality control to develop a cold chain system in food industries. *Computer Standards & Interfaces*, 45, 62-78.

- Shireesh, A., & Petrovsky, N. (2016). Will blockchain technology revolutionize excipient supply chain management?. *Journal of Excipients and Food Chemicals*, 7(3), pp. 76-78.
- Shravani, N. K., & Rao, S. B. (2018). Introducing Robots without Creating Fear of Unemployment and High Cost in Industries. *vol, 5*, 1128-1138.
- Silva, J. V., & Rezende, R. A. (2013). Additive Manufacturing and its future impact in logistics. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(24), 277-282.
- Singh, A., Shukla, N., & Mishra, N. (2018). Social media data analytics to improve supply chain management in food industries. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 114, 398-415.
- Singh, L. P., & Challa, R. T. (2016). Integrated forecasting using the discrete wavelet theory and artificial intelligence techniques to reduce the bullwhip effect in a supply chain. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 17(2), 157-169.
- Sipahi, S., & Timor, M. (2010). The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications. *Management Decision*, 48(5), 775-808.
- Slimani, I., El Farissi, I., & Al-Qualsadi, S. A. (2016, May). Configuration of daily demand predicting system based on neural networks. In *2016 3rd International conference on logistics operations management (GOL)* (pp. 1-5). IEEE.
- Smith, J. Harnessing the power of cloud computing for M2M; 2009. *Web Link: <http://www.numerex.com/files/wp/m2mCloudComputing.pdf>*.
- Steiner, J., and J. Baker. (2015). Blockchain: The Solution for Transparency in Product Supply Chains. <https://www.provenance.org/whitepaper>.
- Steinfeld, C., Markus, M. L., & Wigand, R. T. (2011). Through a glass clearly: standards, architecture, and process transparency in global supply chains. *Journal of Management Information Systems*, 28(2), 75-108.
- Stern, G. (2015, October). Chris Caplice, Matthew Rose on what U.S. supply chains need. *Wall Street J*.
- Sterne, J. (2018). From programming to statistics to machine learning for marketing. *Applied Marketing Analytics*, 3(4), 298-305.
- Stich, V., Jordan, F., Birkmeier, M., Oflazgil, K., Reschke, J., & Diwies, A. (2015, September). Big data technology for resilient failure management in production systems. In *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems* (pp. 447-454). Springer, Cham.
- Stieninger, M., & Nedbal, D. (2014). Characteristics of cloud computing in the business context: A systematic literature review. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 15(1), 59-68.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2005). *Introduzione all'econometria*. Pearson Italia Spa.

- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia Cirp*, 40, 536-541.
- Stoltz, M. H., Giannikas, V., McFarlane, D., Strachan, J., Um, J., & Srinivasan, R. (2017). Augmented reality in warehouse operations: opportunities and barriers. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 12979-12984.
- Subramanian, N., & Abdulrahman, M. D. (2017). Logistics and cloud computing service providers' cooperation: a resilience perspective. *Production Planning & Control*, 28(11-12), 919-928.
- Sueyoshi, T., & Goto, M. (2013). A use of DEA–DA to measure importance of R&D expenditure in Japanese information technology industry. *Decision Support Systems*, 54(2), 941-952.
- Sun, C. (2012). Application of RFID technology for logistics on internet of things. *AASRI Procedia*, 1, 106-111.
- Sun, E. W., Chen, Y. T., & Yu, M. T. (2015). Generalized optimal wavelet decomposing algorithm for big financial data. *International Journal of Production Economics*, 165, 194-214.
- Sund, A. B., Foss, T., & Bakas, O. (2011). Intelligent goods in the intermodal freight system. In *European Transport Conference 2011 Association for European Transport (AET) Transportation Research Board*.
- Suzuki, S. (2018). Recent researches on innovative drone technologies in robotics field. *Advanced Robotics*, 32(19), 1008-1022.
- Swafford, P. M., Ghosh, S., & Murthy, N. (2006). The antecedents of supply chain agility of a firm: scale development and model testing. *Journal of Operations Management*, 24(2), 170-188.
- Swaminathan, J. M. (2018). Big data analytics for rapid, impactful, sustained, and efficient (RISE) humanitarian operations. *Production and Operations Management*, 27(9), 1696-1700.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. " O'Reilly Media, Inc."
- Syberfeldt, A., Danielsson, O., & Gustavsson, P. (2017). Augmented reality smart glasses in the smart factory: Product evaluation guidelines and review of available products. *IEEE Access*, 5, 9118-9130.
- Szirmai, A., Naudé, W., & Goedhuys, M. (Eds.). (2011). *Entrepreneurship, innovation, and economic development*. Oxford University Press.
- Tambe, P. (2014). Big data investment, skills, and firm value. *Management Science*, 60(6), 1452-1469.
- Tan, B. S. (2004). The consequences of innovation. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 9(3), 1-42.

- Tan, J., & Koo, S. G. (2014, May). A survey of technologies in internet of things. In *2014 IEEE International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems* (pp. 269-274). IEEE.
- Tan, K. H., Zhan, Y., Ji, G., Ye, F., & Chang, C. (2015). Harvesting big data to enhance supply chain innovation capabilities: An analytic infrastructure based on deduction graph. *International Journal of Production Economics*, *165*, 223-233.
- Tao, F., Cheng, Y., Da Xu, L., Zhang, L., & Li, B. H. (2014). CCIoT-CMfg: cloud computing and internet of things-based cloud manufacturing service system. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, *10*(2), 1435-1442.
- Tesch, J. F., Brillinger, A. S., & Bilgeri, D. (2017). Internet of things business model innovation and the stage-gate process: An exploratory analysis. *International Journal of Innovation Management*, *21*(05), 1740002.
- The Digital Supply Chain Initiative (2015). *Digital Supply Chains: A Frontside Flip*. Sanya, China.
- Thomas, D. (2016). Costs, benefits, and adoption of additive manufacturing: a supply chain perspective. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *85*(5-8), 1857-1876.
- Tian, F. (2016, June). An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. In *2016 13th international conference on service systems and service management (ICSSSM)* (pp. 1-6). IEEE.
- Tian, F. (2017, June). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. In *2017 International Conference on Service Systems and Service Management* (pp. 1-6). IEEE.
- Ting, S. L., Kwok, S. K., Albert, H. T., & Lee, W. B. (2010, October). Enhancing the information transmission for pharmaceutical supply chain based on Radio Frequency Identification (RFID) and Internet of Things. In *2010 8th International Conference on Supply Chain Management and Information* (pp. 1-5). IEEE.
- Tiwari, S., Wee, H. M., & Daryanto, Y. (2018). Big data analytics in supply chain management between 2010 and 2016: Insights to industries. *Computers & Industrial Engineering*, *115*, 319-330.
- Tolós Pons, N. (2013). Estandarization in human robot interaction.
- Toyoda, K., Mathiopoulos, P. T., Sasase, I., & Ohtsuki, T. (2017). A novel blockchain-based product ownership management system (POMS) for anti-counterfeits in the post supply chain. *IEEE Access*, *5*, 17465-17477.
- Tuck, C., Hague, R. J., & Burns, N. D. (2007). Rapid manufacturing—impact on supply chain methodologies and practice.

- 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.
- Uddin, S., & Al Sharif, A. A. (2016, December). Integrating internet of things with maintenance spare parts' supply chain. In *2016 5th International Conference on Electronic Devices, Systems and Applications (ICEDSA)* (pp. 1-4). IEEE.
- Universal Robots (2017). Available from: <https://www.universal-robots.com/products/ur5-robot/>
- Vaughan, B., Han, J. G., Kilmartin, E., & Campbell, N. (2012). Designing and implementing a platform for collecting multi-modal data of human-robot interaction.
- Venters, W., & Whitley, E. A. (2012). A critical review of cloud computing: researching desires and realities. *Journal of Information Technology*, 27(3), 179-197.
- Verdouw, C. N., Beulens, A. J. M., & Van Der Vorst, J. G. A. J. (2013). Virtualisation of floricultural supply chains: A review from an Internet of Things perspective. *Computers and electronics in agriculture*, 99, 160-175.
- Vicario, G., & Levi, R. (2019). *Metodi statistici per la sperimentazione*. Società Editrice Esculapio.
- Wagner, J. (1996). Export performance, human capital, and product innovation in Germany: a micro view. *Jahrbuch fur Wirtschaftswissenschaften*, 47(1), 40-45.
- Waller, M. A., & Fawcett, S. E. (2013). Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management. *Journal of Business Logistics*, 34(2), 77-84.
- Wamba, S. F., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2015). How 'big data' can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, 165, 234-246.
- Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W., & Papadopoulos, T. (2016). Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 176, 98-110.
- Wang, J., Wu, P., Wang, X., & Shou, W. (2017). The outlook of blockchain technology for construction engineering management. *Frontiers of engineering management*, 4(1), 67-75.
- Wang, J.N., Lu, Y.T., & Zhou J.S. (2006). Analysis of China resource-environment Gini coefficient based on GDP. *China Environmental Science*, 26(1), 111-115.
- Wang, K., Yuan, B., Zhao, M., & Lu, Y. (2019). Cooperative route planning for the drone and truck in delivery services: A bi-objective optimisation approach. *Journal of the Operational Research Society*, 1-18.

- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, *101*, 158-168.
- Wang, X., Ong, S. K., & Nee, A. Y. C. (2016). Multi-modal augmented-reality assembly guidance based on bare-hand interface. *Advanced Engineering Informatics*, *30*(3), 406-421.
- Wang, Y., Zhang, S., Yang, S., He, W., & Bai, X. (2018). Mechanical assembly assistance using marker-less augmented reality system. *Assembly Automation*, *38*(1), 77-87.
- Ward, T. (2017). Blockchain Could Help Us Save the Environment. Here's How.
- Weber, I., Xu, X., Riveret, R., Governatori, G., Ponomarev, A., & Mendling, J. (2016, September). Untrusted business process monitoring and execution using blockchain. In *International Conference on Business Process Management*(pp. 329-347). Springer, Cham.
- Wee, D., Kelly, R., Cattel, J., & Breunig, M. (2015). Industry 4.0-how to navigate digitization of the manufacturing sector. *McKinsey & Company*, *58*.
- Well, G., & Stevens, L. (2016). Amazon conducts first commercial drone delivery. *The Wall Street Journal*.
- Werrlich, S., Nitsche, K., & Notni, G. (2017, June). Demand analysis for an augmented reality based assembly training. In *Proceedings of the 10th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*(pp. 416-422). ACM.
- White, M. (2012). Digital workplaces: Vision and reality. *Business information review*, *29*(4), 205-214.
- Whitmore, A., Agarwal, A., & Da Xu, L. (2015). The Internet of Things—A survey of topics and trends. *Information Systems Frontiers*, *17*(2), 261-274.
- Wiengarten, F., Bhakoo, V., & Gimenez, C. (2015). The impact of host country regulatory quality on the value creation process in e-business supply chains. *International Journal of Production Research*, *53*(16), 4963-4978.
- Wong, C., Guo, Z. X., & Leung, S. Y. S. (2013). *Optimizing decision making in the apparel supply chain using artificial intelligence (AI): from production to retail*. Elsevier.
- Wong, K. S., & Kim, M. H. (2017). Privacy protection for data-driven smart manufacturing systems. *International Journal of Web Services Research (IJWSR)*, *14*(3), 17-32.
- World Bank (IBRD). (2002). *Constructing knowledge societies: New challenges for tertiary education*. World Bank, Washington, District of Columbia.
- Wortmann, F., & Flüchter, K. (2015). Internet of things. *Business & Information Systems Engineering*, *57*(3), 221-224.

- Wu, D., Greer, M. J., Rosen, D. W., & Schaefer, D. (2013a). Cloud manufacturing: Strategic vision and state-of-the-art. *Journal of Manufacturing Systems*, 32(4), 564-579.
- Wu, D., Greer, M. J., Rosen, D. W., & Schaefer, D. (2013b). Cloud manufacturing: drivers, current status, and future trends. In *ASME 2013 International Manufacturing Science and Engineering Conference collocated with the 41st North American Manufacturing Research Conference* (pp. V002T02A003-V002T02A003). American Society of Mechanical Engineers.
- Wu, D., Rosen, D. W., Wang, L., & Schaefer, D. (2014). Cloud-based manufacturing: old wine in new bottles?. *Procedia CIRP*, 17, 94-99.
- Wu, D., Rosen, D. W., Wang, L., & Schaefer, D. (2015). Cloud-based design and manufacturing: A new paradigm in digital manufacturing and design innovation. *Computer-Aided Design*, 59, 1-14.
- Wu, D., Schaefer, D., & Rosen, D. W. (2013). Cloud-based design and manufacturing systems: a social network analysis. In *DS 75-7: Proceedings of the 19th International Conference on Engineering Design (ICED13), Design for Harmonies, Vol. 7: Human Behaviour in Design, Seoul, Korea, 19-22.08. 2013*.
- Wu, D., Thames, J. L., Rosen, D. W., & Schaefer, D. (2012). Towards a cloud-based design and manufacturing paradigm: looking backward, looking forward. *innovation*, 17, 18.
- Wu, D., Thames, J. L., Rosen, D. W., & Schaefer, D. (2013). Enhancing the product realization process with cloud-based design and manufacturing systems. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 13(4), 041004.
- Wu, H., Li, Z., King, B., Ben Miled, Z., Wassick, J., & Tazelaar, J. (2017a). A distributed ledger for supply chain physical distribution visibility. *Information*, 8(4), 137.
- Wu, J., Ma, Z., & Zhuo, S. (2017). Enhancing national innovative capacity: The impact of high-tech international trade and inward foreign direct investment. *International Business Review*, 26(3), 502-514.
- Wu, K. J., Liao, C. J., Tseng, M. L., Lim, M. K., Hu, J., & Tan, K. (2017b). Toward sustainability: using big data to explore the decisive attributes of supply chain risks and uncertainties. *Journal of Cleaner Production*, 142, 663-676.
- Xing, B., Gao, W. J., Battle, K., Nelwamondo, F. V., & Marwala, T. (2011). e-RL: the Internet of things supported reverse logistics for remanufacture-to-order.
- Xu, L. D. (2011). Information architecture for supply chain quality management. *International Journal of Production Research*, 49(1), 183-198.
- Xu, X. (2012). From cloud computing to cloud manufacturing. *Robotics and computer-integrated manufacturing*, 28(1), 75-86.

- Xu, X., Pautasso, C., Zhu, L., Gramoli, V., Ponomarev, A., Tran, A. B., & Chen, S. (2016, April). The blockchain as a software connector. In *2016 13th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA)* (pp. 182-191). IEEE.
- Xu, Z., He, J., & Chen, Z. (2012, December). Design and actualization of IoT-based intelligent logistics system. In *2012 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 2245-2248). IEEE.
- Yan, J., Xin, S., Liu, Q., Xu, W., Yang, L., Fan, L., ... & Wang, Q. (2014). Intelligent supply chain integration and management based on cloud of things. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, *10*(3), 624839.
- Yan, R. (2017). Optimization approach for increasing revenue of perishable product supply chain with the Internet of Things. *Industrial Management & Data Systems*, *117*(4), 729-741.
- Yan, B., Jin, Z., Liu, L., & Liu, S. (2018). Factors influencing the adoption of the internet of things in supply chains. *Journal of Evolutionary Economics*, *28*(3), 523-545.
- Yang, C., Shen, W., Lin, T., & Wang, X. (2016). A hybrid framework for integrating multiple manufacturing clouds. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *86*(1-4), 895-911.
- Yang, C., Shen, W., & Wang, X. (2018). The internet of things in manufacturing: Key issues and potential applications. *IEEE Systems, Man, and Cybernetics Magazine*, *4*(1), 6-15.
- Yang, H., Kumara, S., Bukkapatnam, S. T., & Tsung, F. (2019). The internet of things for smart manufacturing: A review. *IISE Transactions*, 1-27.
- Yang, L., & McCall, B. (2014). World education finance policies and higher education access: A statistical analysis of World Development Indicators for 86 countries. *International Journal of Educational Development*, *35*, 25-36.
- Ye Sheng, S., & Wong, R. (2012). Innovation capacity in China: An analysis in a global context. *International Journal of China Marketing*, *3*(1), 88-106.
- Yeh, W. C., Lin, W. T., Lai, C. M., Lee, Y. C., Chung, Y. Y., & Lin, J. S. (2016, July). Application of simplified swarm optimization algorithm in deteriorate supply chain network problem. In *2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)* (pp. 2695-2700). IEEE.
- Yeoh, P. (2017). Regulatory issues in blockchain technology. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, *25*(2), 196-208.
- Yu, J., Subramanian, N., Ning, K., & Edwards, D. (2015). Product delivery service provider selection and customer satisfaction in the era of internet of things: a Chinese e-retailers' perspective. *International Journal of Production Economics*, *159*, 104-116.

- Zakir, J., Seymour, T., & Berg, K. (2015). BIG DATA ANALYTICS. *Issues in Information Systems*, 16(2).
- Zhang, L., Luo, Y., Tao, F., Li, B. H., Ren, L., Zhang, X., ... & Liu, Y. (2014). Cloud manufacturing: a new manufacturing paradigm. *Enterprise Information Systems*, 8(2), 167-187.
- Zhang, Y., Bernard, A., Gupta, R. K., & Harik, R. (2014). Evaluating the design for additive manufacturing: a process planning perspective. *Procedia CIRP*, 21, 144-150.
- Zhang, Y., & Wen, J. (2017). The IoT electric business model: Using blockchain technology for the internet of things. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 10(4), 983-994.
- Zhang, Y., Liu, S., Liu, Y., & Li, R. (2016). Smart box-enabled product–service system for cloud logistics. *International Journal of Production Research*, 54(22), 6693-6706.
- Zhao, R., Liu, Y., Zhang, N., & Huang, T. (2017). An optimization model for green supply chain management by using a big data analytic approach. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1085-1097.
- Zhong, R. Y., Huang, G. Q., & Lan, S. L. (2014, May). Shopfloor logistics management using rfid-enabled big data under physical internet. In *Proceeding of 1st International Physical Internet Conference* (pp. 1-14).
- Zhong, R. Y., Huang, G. Q., Lan, S., Dai, Q. Y., Chen, X., & Zhang, T. (2015). A big data approach for logistics trajectory discovery from RFID-enabled production data. *International Journal of Production Economics*, 165, 260-272.
- Zhong, R. Y., Newman, S. T., Huang, G. Q., & Lan, S. (2016). Big Data for supply chain management in the service and manufacturing sectors: Challenges, opportunities, and future perspectives. *Computers & Industrial Engineering*, 101, 572-591.
- Zhou, W., Piramuthu, S., Chu, F., & Chu, C. (2017). RFID-enabled flexible warehousing. *Decision Support Systems*, 98, 99-112.
- Zhu, K., Kraemer, K. L., & Dedrick, J. (2004). Information technology payoff in e-business environments: An international perspective on value creation of e-business in the financial services industry. *Journal of management information systems*, 21(1), 17-54.
- Zhu, K., & Kraemer, K. L. (2005). Post-adoption variations in usage and value of e-business by organizations: cross-country evidence from the retail industry. *Information systems research*, 16(1), 61-84.
- Zijm, H., & Klumpp, M. (2015). Logistics and supply chain management: developments and trends. *Logistics and Supply Chain Innovation: Bridging the Gap Between Theory and Practice*, 1-20.

Zou, J., Ye, B., Qu, L., Wang, Y., Orgun, M. A., & Li, L. (2018). A proof-of-trust consensus protocol for enhancing accountability in crowdsourcing services. *IEEE Transactions on Services Computing*.

Sitografia

- [1] <https://www.digital4.biz/supply-chain/industria-40-politecnico-milano-sei-tecnologie-abilitanti/>
- [2] <https://docplayer.it/1664329-Stampa-3d-terza-rivoluzione-industriale-docente-ing-giancarlo-magnaghi.html>
- [3] <http://ismmagazine.org/10-strategies-for-decoding-the-iot-device-supply-chain/>
- [4] <https://www.isipc.it/differenze-tra-internet-of-things-e-industrial-internet-of-things/>
- [5] <https://www.edureka.co/blog/what-is-big-data/>
- [6] <http://www.mokabyte.it/2010/11/cloudsecurity-1/>
- [7] <https://www.automotivepurchasingandsupplychain.com/news/18265/15/Ford-uses-collaborative-robots-on-Fiesta-line>
- [8] <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>
- [9] <https://www.supplychainmovement.com/warehouse-inventory-using-drones/>
- [10] <https://www.cgnglobal.com/blog/machine-learning-supply-chain-impact-to-sourcing>
- [11] <https://www.focusindustria40.com/tecnologie-abilitanti-impresa40/>
- [12] <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>
- [13] <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>
- [14] <https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.ZS>
- [15] <https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.ZS>
- [16] <https://data.worldbank.org/indicator/SE.TER.ENRR>
- [17] <https://data.worldbank.org/>
- [18] <https://www.statista.com/statistics/249830/households-with-internet-access-worldwide-by-region/>

- [19] <https://www.globalinnovationindex.org/about-gii>
- [20] <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>
- [21] <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>
- [22] <https://towardsdatascience.com/gartner-2019-hype-cycle-for-emerging-technologies-whats-in-it-for-ai-leaders-3d54ad6ffc53>
- [23] <https://moyeecoffee.ie/blogs/moyee/world-s-first-blockchain-coffee-project>
- [24] <https://medium.com/visionari/la-blockchain-entra-in-un-campo-profughi-in-giordania-ddc5e580fb6d>
- [25] <https://www.reuters.com/article/us-banks-barclays-blockchain/barclays-says-conducts-first-blockchain-based-trade-finance-deal-idUSKCN11D23B>
- [26] <https://www.the-blockchain.com/2016/09/24/mti-rolls-first-blockchain-project-global-shipping-industry/>
- [27] <https://www.oracle.com/it/customers/certified-origins-1-blockchain-story.html>
- [28] <http://www.previsionibitcoin.it/blog/de-beers-utilizza-la-tecnologia-blockchain-per-tracciare-i-diamanti-preziosi/>
- [29] <https://www.globenewswire.com/news-release/2018/01/18/1296517/0/en/OriginTrail-ICO-Raises-22-5-Million-to-Build-Transparency-in-Supply-Chains.html>
- [30] <https://it.cointelegraph.com/news/chinas-central-bank-backed-blockchain-trade-finance-platform-pilot-kicks-off-in-shenzhen>
- [31] <http://fintechnews.ch/fintech/fintech-startups-seek-provide-greater-efficiency-supply-chain/10296/>
- [32] <https://www.01net.it/perugina-barilla-blockchain-made-in-italy/>
- [33] <https://worldmaritimeneeds.com/archives/270551/pil-trials-delivery-using-ibm-blockchain-platform/>
- [34] <https://worldmaritimeneeds.com/archives/229122/hmm-wraps-up-first-blockchain-pilot-voyage/>

- [35]<https://www.forbes.com/sites/tomgroenfeldt/2017/03/05/ibm-and-maersk-apply-blockchain-to-container-shipping/#baa703a3f05e>
- [36] <http://www.ottimistierazionali.it/blockchain-supply-chain/>
- [37]<https://www.investinblockchain.com/fedex-ups-dhl-join-forces-call-government-mandate-blockchain-adoption-international-shipping/>
- [38]<http://rfid.grandcentr.al/articles/consumer-and-industrial-iot-merge-at-bosch-assembly-plant>
- [39]<https://www.businesswire.com/news/home/20181211005218/en/Simbe-Robotics-Launches-Partnership-Decathlon-World%E2%80%99s-Largest>
- [40] <http://blog.pal-robotics.com/inventory-robot-at-decathlon/>
- [41] <https://www.ledgerinsights.com/food-watchdog-fsa-blockchain-pilot/>
- [42] <https://ftaonline.com/news/accordo-cargox-actual-it-dba-logistica-con-blockchain>
- [43]<http://www.trasportoEuropa.it/index.php/logistica/archivio-logistica/13404-kerry-inserisce-i-robot-nel-magazzino-di-hong-kong>
- [44]<https://portal.eu.kerrylogistics.com/noticias/press-releases/kerry-logistics-introduces-iot-solution-to-global-supply-chain-with-smart-sensor>
- [45]<https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/occhiali-smart-sensori-e-big-data-il-porto-di-amburgo-diventa-5g/>
- [46] <https://elysiumpost.com/certificazione-vino-blockchain/>
- [47]http://www.supplychain247.com/article/vision_picking_in_the_warehouse_augmented_reality_in_logistics
- [48]<https://www.itworldcanada.com/article/boeing-launches-innovation-cell-and-invests-in-ar-software/392112>
- [49]<https://www.gruppodicosimo.com/progetto-arald-la-realta-aumentata-approda-nella-logistica/>
- [50] <https://bitsonline.com/abu-dhabi-ports-blockchain/>

- [51]<https://www.huawei.com/en/about-huawei/publications/communicate/84/dhl-smart-iot-smart-logistics>
- [52]<https://www.economyup.it/retail/amazon-go-dentro-il-supermercato-senza-casse-e-senza-commessi-ecco-come-funziona/>
- [53]<https://www.cryptolinenews.com/blockchain-news/dutch-super-market-albert-heijn-wants-to-try-blockchain-for-payments-for-orange-juice/>
- [54]<https://www.innovationpost.it/2017/09/18/lintelligenza-artificiale-guida-la-produzione-le-nuove-soluzioni-intelligenti-fanuc-a-emo-2017/>
- [55] <https://www.ninjamarketing.it/2018/03/14/dhl-accenture-blockchain/>
- [56]<https://thenexttech.startupitalia.eu/67951-20180904-arrivo-robot-scarafaggi-aggiustano-gli-aerei>
- [57] <https://www.ledgerinsights.com/carrefour-food-traceability-blockchain/>
- [58]<https://www.lastampa.it/2017/04/17/tecnologia/lidea-di-una-startup-italiana-usare-la-blockchain-per-tracciare-la-filiera-del-vino-QIhzYu11J5A6kZlG6gUxTP/pagina.html>
- [59]<https://www.lastampa.it/2018/05/10/tecnologia/alibaba-usa-la-blockchain-per-combattere-la-contraffazione-EGQs0CfnZFLUTwq9LytfM/pagina.html>
- [60]<https://www.prnewswire.com/news-releases/pharma-companies-tap-startups-to-develop-protocol-for-tracking-and-verifying-prescription-drugs-using-blockchain-300428313.html>
- [61]<http://www.industriequattropuntozero.it/2017/11/16/industria-mineraria-piu-produttiva-iiot-cloud/>
- [62] <https://www.ilpost.it/2016/07/28/amazon-ha-cambiato-anche-la-robotica/>
- [63]<https://www.waz-online.de/Wolfsburg/Volkswagen/Schoene-neue-Welt-VW-setzt-auf-intelligente-Uhren>
- [64]https://www.repubblica.it/economia/2016/12/20/news/amazon_festeggia_la_prima_consegna_via_drone_in_gran_bretagna-154510499/

- [65]<https://news.walmart.com/2018/08/03/associates-and-alphabot-team-up-to-make-walmarts-popular-grocery-pickup-service-even-better>
- [66]<https://blog.robotiq.com/bid/67739/Case-Study-Universal-Robots-in-Volkswagen-Facilities>
- [67]<https://roboticsandautomationnews.com/2017/03/04/bmw-shows-off-its-smart-factory-technologies-at-its-plants-worldwide/11696/>
- [68] <https://www.greencarcongress.com/2018/12/20181203-bmw.html>
- [69] <https://www.innovationpost.it/2018/11/17/cloud-la-scommessa-di-walmart/>
- [70]<https://www.theverge.com/2017/10/27/16556864/walmart-introduces-shelf-scanning-robots>
- [71]<https://inno3.it/2018/11/27/droni-per-consegne-ottimizzazione-dei-processi-o-gestione-degli-asset/>
- [72]<http://distribuzionemoderna.info/logistica/geodis-sperimenta-linventario-di-magazzino-con-il-drone>
- [73] <https://www.webnews.it/2014/08/29/project-wing-droni-google/>
- [74]<http://www.trasporto.europa.it/index.php/logistica/archivio-logistica/16044-ups-prova-la-collaborazione-tra-drone-e-furgone>
- [75] <https://it.reuters.com/article/companyNews/idUKL2N1BY1UY>
- [76] <https://www.presseportal.ch/fr/pm/100001544/100807437>
- [77]<https://qz.com/989525/chinese-e-commerce-giant-jd-com-adr-is-planning-to-deliver-a-ton-of-stuff-literally-by-drone/>
- [78] <https://newatlas.com/alibaba-drone-delivery/35934/>
- [79]<https://www.macitynet.it/renault-trucks-adotta-i-droni-per-linventario-di-magazzino/>
- [80] <https://www.macitynet.it/ford-sperimenta-i-droni-sulle-linee-di-produzione/>
- [81] <https://www.yellowmotori.it/news/test-skoda-drone-mlada-boleslav/>

- [82]<https://www.scimag.news/2017/04/11/linde-mh-flybox-il-drone-che-si-occupera-dellinventario/>
- [83]http://www.logisticamente.it/Articoli/9776/Stampa_3D_distribuita_UPS_velocizza_i_tempi_di_consegna/
- [84]https://www.ilsecoloxix.it/p/magazine/2015/03/01/AR0mAjgD-stampanti_oggetti_furgoni.shtml
- [85]<https://cloud.google.com/blog/topics/customers/ups-uses-google-cloud-to-build-the-global-smart-logistics-network-of-the-future>
- [86]<https://www.digital4.biz/supply-chain/amazon-brevetta-la-consegna-che-parte-ancora-prima-dell-ordine-del-cliente/>
- [87]<http://www.360com.it/mercato/alibaba-usera-big-data-combattere-la-contraffazione-online/>
- [88]<https://talkbusiness.net/2017/08/wal-mart-works-to-use-big-data-to-improve-checkout-process-manage-supply-chain/>
- [89]<http://www.datamanager.it/2018/02/oracle-trasforma-la-supply-chain-grazie-alla-nuova-offerta-oracle-iot-cloud-industria-4-0/>
- [90]<https://www.dday.it/redazione/18258/volkswagen-usa-la-realta-aumentata-per-costruire-auto-migliori>
- [91]<https://inno3.it/2018/09/03/prosciutto-san-daniele-teorema-supporta-la-filiera-trasparente/>
- [92]<https://www.logisticanews.it/aura-a-soluzione-di-comau-che-consente-la-trasformazione-di-un-robot-tradizionale-in-robot-collaborativo/>
- [93]<https://www.01health.it/applicazioni/biorobotica/comau-esoscheletro-lavorare-meglio/>
- [94] <https://www.01health.it/applicazioni/telemedicina/audi-fatica-operai-esoscheletro/>
- [95] [https://bsdinsight.com/en/pepsico-cuts-analysis-time-90-tableau- /](https://bsdinsight.com/en/pepsico-cuts-analysis-time-90-tableau-/)
- [96]<https://www.digital4.biz/supply-chain/visibility-e-collaboration/colgate-palmolive-digitalizza-la-supply-chain-analytics-per-bilanciare-i-kpi-e-automazione/>

- [97]<https://www.zerounoweb.it/analytics/big-data/eni-hpe-insieme-un-supercomputer-la-big-data-analysis/>
- [98]<https://www.prnewswire.com/news-releases/mercedes-benz-cars-develops-blockchain-prototype-for-sustainable-supply-chains-for-the-first-time-300800787.html>
- [99]<http://www.farodiroma.it/spagna-traxens-e-msc-lanciano-il-progetto-iot-nel-porto-di-valencia-di-a-martinengo/>
- [100]<https://metrology.news/digital-and-flexible-mercedes-factory-56-car-plant-of-the-future-launched/>
- [101] <https://www.universal-robots.com/case-stories/loreal-india-private-limited/>
- [102]<https://www.economyup.it/automotive/in-arizona-i-supermarket-sperimentano-con-una-startup-la-consegna-della-spesa-con-unauto-a-guida-autonoma/>
- [103]<http://www.logisticamente.it/DirettamenteAziende/11219/industria-40-nestle-adotta-le-soluzioni-dei-computer-fully-rugged-di-getac/>
- [104]<https://www.coindesk.com/starbucks-to-track-coffee-using-microsofts-blockchain-service>
- [105] http://www.chinadaily.com.cn/bizchina/tech/2017-07/21/content_30194748.htm
- [106]<https://www.impresacity.it/news/8047/intel-investe-100-milioni-di-dollari-nella-digitalizzazione-del-retail.html>
- [107]<https://news.samsung.com/it/la-fabbrica-4-0-di-alfa-romeo-e-la-tecnologia-samsung>
- [108] <https://www.stampa3dfacile.it/mercedes-ricambi-auto-epoca-stampa-3d/>
- [109]<http://www.trasportoeuropa.it/index.php/home/archvio/14-marittimo/11076-stampante-3d-sulle-navi-maersk-per-ricambi>
- [110]http://www.askanews.it/video/2019/03/18/cnh-industrial-avvia-produzione-ricambi-con-stampa-3d-20190318_video_17052586/
- [111]<https://ftaonline.com/news/le-soluzioni-di-reply-le-commerce-asiatico-di-costco-wholesale>

- [112]<https://www.dotmug.net/2018/04/12/il-futuro-dellagricoltura-4-0-droni-e-intelligenza-artificiale/>
- [113]<https://www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/volkswagen-sposta-le-fabbriche-sul-cloud-alleanza-con-amazon-per-innovare-la-supply-chain/>
- [114]<https://www.generixgroup.com/it/blog/wms-gestione-magazzino-e-commerce-il-gigante>
- [115]<https://www.chainstoreage.com/technology/kroger-and-microsoft-collaborate-on-supermarket-project/>
- [116]<https://www.impresacity.it/news/20433/siemens-sceglie-la-stampa-3d-per-la-manutenzione-ferroviaria.html>
- [117] <https://www.revolvy.com/page/Air%252DCobot?cr=1>
- [118]<https://automazioneblog.altervista.org/news-automationworld-com-shell-offre-ai-suoi-telelavoratori-un-heads-up/>
- [119]<https://www.automationworld.com/article/topics/industrial-internet-things/shell-scales-artificial-intelligence-across-business>
- [120]<https://newsroom.intel.com/news-releases/intel-and-mitsubishi-electric-collaborate-to-create-next-generation-factory-automation-systems/#gs.evg7gu>
- [121]<https://www.datarobot.com/casestudy/lenovo-computes-supply-chain-and-retail-success-with-datarobot/>
- [122] <https://www.oocl.com/eng/pressandmedia/pressreleases/2018/Pages/23apr18.aspx>
- [123]https://motori.ilmessaggero.it/news/audi_smart_factory_fabbrica_delle_invenzioni-2162591.html
- [124] http://www.multimac.it/news_scheda_ita.php/idnews=2953/frm_pagina=25
- [125] http://www.multimac.it/news_scheda_ita.php/idnews=6565/frm_pagina=5

Appendice

1. Moyee Coffee, startup che fornisce caffè, ha lanciato un progetto pilota in Etiopia nel novembre 2017 con pionieri della Blockchain Bext360 e il FairChain Foundation, permettendo di rintracciare completamente il caffè di Moyee dalla stazione di lavaggio in Etiopia ai clienti in Europa. La piattaforma bext360 offre a tutti i soggetti interessati - agricoltori, torrefattori e consumatori - l'accesso ai dati attraverso l'intera catena di approvvigionamento. Questi dati consentono un'analisi completa della catena di approvvigionamento per identificarne la sua efficienza. Per i consumatori, bext360 offre livelli di trasparenza per quanto riguarda l'origine e la qualità, consentendo, per la prima volta, ad un bevitore di caffè in Europa di estrarre questi dati e verificare esattamente da dove provenga il loro caffè [23].

2. Il progetto pilota Building Blocks del World Food Program, avviato nel 2017, utilizza una tecnologia Blockchain basata su Ethereum per aiutare i rifugiati della guerra civile siriana nel campo profughi di Azraq in Giordania. I rifugiati acquistano cibo dai supermercati locali nel campo utilizzando una scansione oculare anziché denaro, voucher o e-card [24].

3. Barclays Corporate Bank ha stretto una partnership con una start-up, Wave, realizzando quella che dicono essere la prima transazione commerciale al mondo utilizzando la tecnologia Blockchain. Tale tecnologia fornisce un sistema elettronico per la registrazione ed il trattamento delle transazioni, che consente a tutte le parti di rintracciare la documentazione attraverso una rete sicura e non richiede alcuna verifica da parte di terzi. La transazione, che copre l'esportazione di burro e formaggio dalla cooperativa agricola Ornuia in Irlanda alle Seychelles, ha comportato la firma crittografica di documenti digitali utilizzando una piattaforma sviluppata da Wave - uno dei beneficiari del programma Barclays Accelerator. Anche se di entità relativamente piccola (inferiore a 100.000 USD), fa parte di un flusso regolare di lettere di credito tra le due parti e ha il potenziale per essere replicato nel prossimo futuro. Secondo Barclays, sono bastate meno di quattro ore per creare documenti solo digitali (inclusi certificati di origine, certificati di assicurazione, fattura commerciale, polizza di carico creata dal corriere e apposta a Barclays UK); inviarli al back office della banca in India per il controllo e lo

screening; inviare tutti i documenti firmati crittograficamente a Barclays Seychelles; e per questi ultimi rilasciare la stessa LC prima di trasferire tutto all'importatore, il rivenditore alimentare della Seychelles Trading Company [25].

4. La compagnia britannica Marine Transport International (MTI) sta implementando la prima soluzione Blockchain pubblica al mondo nel settore delle spedizioni globali. MTI utilizza la tecnologia Blockchain pubblica TrustMe ed i servizi offerti dall'esperto di analisi predittiva Black Swan Data Limited. Dal 1° luglio 2016, i Governi Contraenti del trattato SOLAS dell'Organizzazione marittima internazionale (Convenzione internazionale per la sicurezza della vita in mare) sono stati tenuti ad attuare nuovi requisiti relativi alla massa lorda verificata (VGM) dei containers imballati. Il nuovo regolamento impone al caricatore la responsabilità di garantire che un VGM accurato sia fornito al terminale / vettore per ogni container caricato prima di essere autorizzato a essere imbarcato su una nave. Utilizzando la soluzione TrustMe, i dati VGM sono archiviati sulla Blockchain globale, fornendo una documentazione permanente visibile ai funzionari portuali, ai caricatori ed ai proprietari di merci. Questo sostituisce registri ingombranti, fogli di calcolo, intermediari di dati e database privati [26].

5. Il produttore di olio d'oliva della Toscana, Certified Origins ha iniziato a utilizzare Oracle Blockchain Platform attraverso una proof of concept all'inizio del 2018 per tracciare il suo olio extravergine di oliva Bellucci attraverso la produzione, l'imballaggio e la spedizione. Ci sono voluti 6 mesi dall'analisi e dalla pianificazione del progetto nel giugno 2018 alla prima spedizione di EVOO dall'impianto di imbottigliamento in Italia per essere rintracciata nel porto negli Stati Uniti utilizzando Oracle Blockchain nel gennaio 2019 [27].

6. Il colosso dei diamanti De Beers ha rintracciato ben 100 preziosi attraverso una piattaforma Blockchain denominata Tracr. De Beers ha realizzato la neo tecnologia insieme ad altri colossi dell'industria dei diamanti, nomi come Diacore, Diarough, KGK Group, Rosy Blue NV e Venus Jewel che hanno condiviso in pieno le proposte e l'iniziativa del colosso finalizzate a tutelare le origini dei gioielli. Scopo del progetto è quello di identificare sin dalla loro estrazione i “diamanti no-conflict” che assicurano al consumatore finale la provenienza della pietra, una provenienza non identificabile con quei paesi in cui i conflitti sono perenni e dove lo scambio e la vendita dei gioielli è

finalizzata a finanziare attività illecite. Il team del progetto Tracr ha dimostrato di poter tracciare con successo un diamante lungo la catena del valore [28].

7. OriginTrail , una società IT europea nota per le sue soluzioni di tracciabilità, grazie alla tecnologia Blockchain, ha creato una rete decentralizzata e off-chain per le esigenze delle supply chain e che combina in modo sicuro i dati della supply chain da diversi sistemi IT. Il protocollo di OriginTrail è in grado di connettersi con qualsiasi blockchain e qualsiasi sistema IT aziendale, creando una barriera di bassa adozione e memorizza solo le impronte digitali dei dati su una blockchain. I dati originali sono conservati su una rete decentralizzata, che consente di sviluppare app decentralizzate su di essa. I token digitali, chiamati token di traccia, sono token di utilità da utilizzare durante l'interazione con la rete decentralizzata (ODN) di OriginTrail e funzionano per memorizzare i dati nel protocollo o leggere da esso. Già consolidato nel settore della filiera alimentare, OriginTrail fa parte del programma acceleratore tecnologico Bits x Bites e recentemente ha implementato un programma pilota con il mercato cinese degli agricoltori online Yimishiji . La partnership porta un nuovo grado di responsabilità nel mercato alimentare cinese e aiuterà i suoi consumatori - parte del mercato più grande del mondo, costituito da 1,4 miliardi di consumatori - a verificare la fonte, l'autenticità e il viaggio dei loro acquisti [29].

8. Una nuova piattaforma di Blockchain commerciale e finanziaria , sostenuta dalla Banca popolare cinese (PBoC), ha avviato operazioni pilota ufficiali a Shenzhen. La "Guangdong, Hong Kong e Macao Dawan District Trade Finance Blockchain Platform" mira a fornire un ecosistema blockchain per il commercio transfrontaliero tra Guangdong, Hong Kong e Macau Bay Area. Secondo quanto riferito, la piattaforma è promossa e organizzata congiuntamente dal Central Bank Digital Research Lab della banca centrale della PBoC e dalla Central Bank Shenzhen Central Branch. La piattaforma potrebbe potenzialmente essere connessa in futuro alle informazioni di supervisione e logistica del governo sistemi per affrontare ulteriormente le questioni relative all'asimmetria informativa e alla condivisione inadeguata dei dati, sia nazionali che esteri. La prima fase dell'operazione di sperimentazione della piattaforma è stata condotta per fornire finanziamenti per la catena di approvvigionamento, con l'obiettivo di risolvere gli ostacoli che devono affrontare le piccole e micro imprese il cui accumulo di crediti manca di dati sufficienti per garantire in modo credibile il finanziamento delle istituzioni finanziarie [30].

9. All'inizio del 2017, il ramo finanziario del Gruppo Foxconn Technology, FnConn, ha stretto una partnership con Dianrong, una delle principali società di prestito online per il mercato P2P, per lanciare la prima piattaforma di blockchain cinese chiamata "Chained Finance". La piattaforma sfrutta tecnologie finanziarie avanzate per soddisfare le enormi necessità di finanziamento della supply chain in Cina. La nuova piattaforma Blockchain consente ai finanziamenti della supply chain di consegnare il capitale necessario ai piccoli fornitori di supply chain. Inoltre, la piattaforma mira a migliorare la visibilità e la trasparenza dei grandi produttori multinazionali. In passato, le società di finanziamento tradizionali della catena di approvvigionamento avevano solo il 15% circa dei fornitori della catena di approvvigionamento. Con la nuova tecnologia, tuttavia, le aziende si aspettano che la piattaforma aiuti le società di finanziamento della supply chain a triplicare il numero di piccoli fornitori che raggiungono. FnConn e Dianrong hanno recentemente completato un progetto pilota dei servizi di Chained Finance, originando \$ 6,5 milioni di finanziamenti per le società della catena di approvvigionamento delle PMI nella nazione [31].

10. Barilla in collaborazione con IBM ha avviato una sperimentazione che utilizza la tecnologia Blockchain per tracciare il basilico da inserire nei sughi di pesto. A partire dai campi viene seguita la crescita delle piantine. Si parte con la semina per proseguire con la consegna al trasportatore fino allo stabilimento Barilla dove il basilico viene trasformato in pesto. Il progetto di Barilla è partito con una sperimentazione in cui è coinvolto un singolo produttore di basilico con una tracciatura "dal campo alla tavola": il produttore ha già inserito nella blockchain, appoggiata sull'infrastruttura cloud di IBM, tutti i dati relativi alla coltivazione, dall'irrigazione agli antiparassitari per garantire l'effettiva sostenibilità; poi al momento dello sfalcio, ogni singolo lotto sarà seguito fino alla consegna. Se il test darà esito positivo il progetto potrà essere esteso a tutti i prodotti del gruppo, a partire dal grano, dai pomodori e dal latte [32].

11. Ad Agosto 2017 Pacific International Lines (PIL), l'Autorità Portuale di Singapore (PSA) e IBM hanno lavorato per tracciare il movimento del carico da Chongqing a Singapore attraverso il corridoio di trasporto meridionale. La polizza di carico viene solitamente spedita a diverse parti, lasciandola aperta a frodi, perdita del documento originale e costi di gestione dei documenti che comportano una notevole inefficienza lungo tutta la catena di approvvigionamento. Per migliorare il processo, PIL e IBM hanno proposto di utilizzare una polizza di carico elettronica (e-BL) per semplificare e replicare

la traccia cartacea online su un blockchain ledger creato da IBM. L'e-BL eliminerà la documentazione cartacea, eliminerà i costi di gestione non necessari e la possibilità di frode. Con l'utilizzo di e-BL di IBM Blockchain, il processo ha prodotto una riduzione dei tempi di elaborazione dei documenti quasi a zero, con un trasferimento digitale istantaneo della polizza di carico per il loro carico. La gestione dei documenti è automatizzata e le merci consegnate in modo più rapido ed efficiente [33].

12. Hyundai Merchant Marine (HMM) ha annunciato a settembre 2017 che ha completato con successo il suo primo viaggio pilota integrato blockchain dal porto di Busan in Corea del Sud al porto cinese di Qingdao con container refrigerati. Blockchain è stata applicata non solo alla prenotazione delle spedizioni ma anche alla consegna merci. La combinazione della tecnologia blockchain con la tecnologia Internet of Things (IoT) è stata anche testata e riveduta attraverso il monitoraggio in tempo reale e la gestione dei container refrigerati sulla nave. L'adozione della tecnologia blockchain nel settore della spedizione e della logistica ha lo scopo di consentire a tutte le parti di condividere in sicurezza tutte le informazioni, come il certificato di origine e le informazioni di sdoganamento, e anche di ridurre i documenti - come l'inserimento delle informazioni sulla prenotazione e la polizza di carico [34].

13. IBM ha iniziato a lavorare con Maersk a dicembre 2015 per vedere come i documenti cartacei potessero essere digitalizzati. Un progetto pilota è stato completato a febbraio 2017. Il pilota è partito con un container vuoto presso Schneider Electric a Lione, in Francia. Esso è stato riempito con merci dallo stabilimento e trasportato a Rotterdam, caricato su una nave della linea Maersk e trasportato al porto di Newark e successivamente ad uno stabilimento Schneider Electric negli Stati Uniti. Il progetto ha coinvolto l'amministrazione doganale dei Paesi Bassi che lavora nell'ambito di un progetto di ricerca dell'UE, la direzione della scienza e della tecnologia del Dipartimento della sicurezza nazionale degli Stati Uniti e la protezione doganale degli Stati Uniti. Damco, la società di soluzioni per la supply chain di Maersk, ha supportato le attività di gestione delle origini della spedizione durante l'utilizzo della soluzione. I benefici arrivano fino alla catena di approvvigionamento, compresi i magazzini di vendita al dettaglio, che sapranno quando arriverà una spedizione in modo che possano ricevere il personale e persino i singoli negozi. Offre anche un grande vantaggio per i porti perché ottengono informazioni su quando arriva la nave e su ciò che è presente, in modo che possano pianificare come gestire i container in modo più efficiente. L'annuncio di IBM

ha detto che la soluzione è progettata per aiutare a ridurre o eliminare le frodi e gli errori, minimizzare i tempi di spesa dei prodotti nel processo di transito e spedizione, migliorare la gestione dell'inventario e in definitiva ridurre sprechi e costi [35].

14. Nel 2015, la start-up londinese Everledger ha iniziato a monitorare e tracciare in modo sicuro la provenienza autenticata dei diamanti usando la Blockchain. Per combattere le frodi documentali e per fornire un'assicurazione sull'acquisto dei diamanti, fa in modo che le compagnie coinvolte e gli acquirenti possano tracciare la provenienza di ogni diamante da quando viene estratto fino a quando arriva in gioielleria. Di ogni diamante, Everledger misura 40 diverse caratteristiche, tra cui il taglio, la purezza, il numero di gradi negli angoli e, naturalmente, il luogo di estrazione. Everledger genera un numero di serie per ogni diamante iscritto nel registro e viene aggiunta un'impronta digitale alla catena di controllo del proprio libro mastro che al momento è composto da 280.000 diamanti. Questo processo rende possibile stabilire e mantenere la storia completa della proprietà del diamante, aiutando allo stesso tempo sia a contrastare le frodi che a supportare la polizia e le assicurazioni nel ritrovamento delle gemme rubate [36].

15. FedEx, DHL Express e UPS sono a favore di una soluzione blockchain standardizzata per il settore delle spedizioni. I 3 conglomerati di spedizione hanno unito le forze come parte di Blockchain in Transport Alliance (BiTA), un'organizzazione industriale con oltre 500 membri. Le compagnie di navigazione hanno un interesse acquisito nella tecnologia standardizzata di blockchain per il monitoraggio e la gestione delle informazioni perché nessuna azienda completa da sola le spedizioni della supply chain del cliente. Ad esempio, un'azienda può utilizzare DHL per spedire parti in Germania dove verranno assemblate e quindi spedire le parti assemblate in America Latina utilizzando FedEx. Quindi un terzo spedizioniere come UPS potrebbe spedire il prodotto completato negli Stati Uniti. Pertanto, una blockchain standardizzata consentirebbe il monitoraggio continuo e il flusso di informazioni tra i diversi caricatori e le amministrazioni pubbliche, con la conseguente semplificazione, trasparenza e affidabilità dei processi di spedizione a costi ridotti [37].

16. Lo stabilimento di Anderson è il primo impianto di Bosch ad implementare con successo gli smartwatch su una linea di produzione per migliorare l'efficienza e la produttività dell'operatore. Tale impianto produce sensori di ossigeno utilizzati nel settore automobilistico. Con il nuovo sistema, la linea di assemblaggio è in grado di comunicare

con Pebble Smartwatches indossati dagli operatori di linea che in tal modo possono sapere quasi in tempo reale quando e dove si sta verificando un problema specifico. Nel dettaglio, il server che comunica con i controllori programmabili logici (PLC) su ciascuna linea riceve un segnale quando si verifica un problema o un inceppamento. La programmazione del server interpreta questo segnale e invia un messaggio all'iPhone. L'iPhone trasmette immediatamente il messaggio via Bluetooth a tutti gli smartwatch della linea. Gli smartwatch vibreranno, avvisando l'operatore o gli operatori che è arrivato un messaggio urgente. Il messaggio contiene la posizione dell'errore /inceppamento e una descrizione. L'operatore di linea reagisce al messaggio e corregge l'errore / l'inceppamento - in molti casi prima che la linea si fermi, migliorando la produttività e riducendo i tempi di fermo [38].

17. Simbe Robotics e Decathlon USA annunciano formalmente una partnership per portare a Decathlon il Tally di Simbe, il primo robot di inventario completamente autonomo al mondo. Tally lavora di concerto con gli associati del punto vendita, fornendo loro informazioni tempestive per garantire che i prodotti siano sempre stoccati, nel posto giusto e con un prezzo corretto. Utilizzando una suite di sensori, il robot funziona in modo sicuro durante le normali ore di negozio, accanto a clienti e dipendenti e non richiede alcuna modifica dell'infrastruttura al negozio. Il robot esegue la scansione di interi negozi fino a tre volte al giorno e torna autonomamente al dock, consentendo un funzionamento continuo. Tally utilizza la tecnologia RFID e la visione artificiale per acquisire, segnalare e analizzare la quantità e la posizione dell'inventario del punto vendita [39].

18. StockBot, AGV applicato nel settore retail presso il negozio Decathlon Singapore Labs, automatizza il conteggio delle scorte nei negozi e nei magazzini, generando una mappa 3D con la posizione dei prodotti e consentendo una conoscenza approfondita delle fluttuazioni di magazzino. Il robot StockBot si muove autonomamente attraverso i corridoi grazie ai suoi laser e sensori di sicurezza, che gli consentono di rilevare le persone e i cambiamenti nell'ambiente e ad adattarne i movimenti [40].

19. La Food Standards Agency (FSA) del Regno Unito ha completato un pilota blockchain presso un macello per il bestiame. È la prima volta che la viene utilizzata da un organo di regolamentazione per garantire la conformità nel settore alimentare. Sia il macello sia la FSA avevano il permesso di accedere ai dati al fine di migliorare la trasparenza nella catena di approvvigionamento alimentare. In questa fase, l'attenzione si

è concentrata maggiormente sulla supervisione, ma è necessario il coinvolgimento del maggior numero di agricoltori, grossisti ed aziende di logistica affinché la Blockchain possa essere applicata in modo permanente. La tracciabilità degli alimenti consente di identificare quando un approvvigionamento è contaminato ed è necessario rilevarne la fonte, non solo per fermare ulteriori infezioni, ma anche per prevenire gli sprechi [41].

20. CargoX, l'ideatore della soluzione Smart Bill of Lading basata sulla tecnologia della blockchain e Actual IT, società del Gruppo DBA e fornitore di avanzate soluzioni IT per i settori della logistica portuale e petrolifero, hanno siglato una partnership che consentirà al Gruppo DBA di avere accesso alla soluzione CargoX Smart B/L e di integrarla con le piattaforme di gestione della logistica già operative in Italia e nei Balcani. L'innovativa piattaforma CargoX semplifica l'emissione e la gestione di polizze di carico originali tramite la blockchain di Ethereum, facilitando il trasferimento digitale delle fatture e agevolando tutte le attività dei diversi attori della catena logistica: dall'emittente, allo spedizioniere, dal destinatario, agli agenti. Con l'integrazione tra gli utenti di CargoX Smart B/L e i software di Actual IT si otterrà una soluzione moderna basata sulla blockchain che – rispetto all'attuale metodo basato su supporto cartaceo – garantisce la massima affidabilità, sicurezza e velocità di trasferimento dei documenti con performance elevate per tutti gli attori del processo logistico. Le polizze di carico saranno infatti create e trasferite in pochi minuti, ad un costo decisamente inferiore rispetto ad oggi. Tutti gli archivi documentali saranno immediatamente disponibili nell'archivio virtuale crittografato (cloud) consentendo alle aziende operanti nel settore della logistica di ridurre la quantità di carta utilizzata, risparmiando tempo e denaro [42].

21. La compagnia logistica Kerry Logistics ha introdotto sei robot Grey Orange per la movimentazione automatica all'interno della piattaforma PC3 di Hong Kong, che servono le spedizioni destinate al commercio elettronico. I sei robot svolgono le attività di prelievo delle spedizioni e-commerce. Gli ordini di vendita vengono trasmessi in tempo reale ai robot tramite il sistema informatico del magazzino di Kerry Logistics. I robot, battezzati Butler, sono progettati e costruiti da un'azienda indiana Grey Orange. Il robot collabora con l'operatore umano con lo scopo di ridurre i tempi di ricerca e di spostamento tra gli scaffali. In realtà, il magazzino non è formato più dalle classiche scaffalature, ma da blocchi che sono sollevati e trasportati dal robot all'operatore umano, che preleva poi il collo da spedire. Questi robot lavorano 24 ore su 24, sette giorni la settimana e possono prelevare 280 item l'ora, contro i 50 dei sistemi tradizionali [43].

22. Kerry Logistics Network Limited, fornitore logistico di terze parti, porta l'Internet of Things (IoT) per esercitarsi nelle spedizioni internazionali con l'introduzione di un sensore intelligente che consente la visibilità totale della supply chain e sofisticate misure di sicurezza. Grazie alle informazioni in tempo reale disponibili sulla catena di approvvigionamento digitale, Kerry Logistics è in grado di fornire dati tempestivi e utili ai clienti internazionali per decisioni e risposte agili per ottenere l'ottimizzazione della catena di fornitura definitiva. La soluzione logistica basata su sensori utilizza dispositivi di sensori intelligenti per monitorare il carico attraverso l'oceano, l'aria e il trasporto via terra 24 ore su 24. I dispositivi, accettati in oltre 190 paesi in tutto il mondo, trasmettono dati omogenei su posizione e variabili ambientali tra cui temperatura, pressione, inclinazione, urto, umidità e taccheggio a più parti interessate lungo la catena di approvvigionamento, facilitando la loro cooperazione e reazione tempestiva a circostanze imprevedibili [44].

23,24. L'autorità portuale di Amburgo ha avviato un progetto con Nokia e Deutsche Telekom che mette alla prova lo standard mobile di nuova generazione in un ambiente industriale complesso. Il programma varato dalla Hamburg Port Authority (HPA) lavora su tre casi di studio. Nel primo, i sensori installati sulle navi trasmettono in tempo reale dati sui movimenti e l'ambiente portuale. Nel secondo, è stato creato un semaforo intelligente connesso tramite rete mobile alla centrale di controllo di HPA, che può così gestire da remoto i flussi di traffico da e verso il porto. Nel terzo, il 5G viene usato per rendere disponibili grandi volumi di dati al di fuori delle reti esistenti, trasmettendoli in 3D a un'applicazione di realtà aumentata; degli smart glasses mostrano queste informazioni agli ingegneri che li indossano per esaminare le strutture esistenti e pianificare strutture future [45].

25. L'ente di certificazione DNV GL sperimenta una nuova certificazione, sposando la tecnologia Blockchain. Questa nuova certificazione nasce dalla necessità di rendere trasparente e tracciabile il percorso che affronta il vino, partendo dal vigneto fino ad arrivare sulla tavola; attribuendo le varie Nomenclature DOP, IGP che in Italia ed in Europa vengono riconosciute. Ad esordire in questo nuovo percorso di tracciabilità e di nuova certificazione sono proprio tre aziende Italiane, o meglio dire cantine d'eccellenza Italiane: il Santella del Gröm Curtefranca Rosso DOC 2013 della cantina Ricci Curbastro in Franciacorta; il Riserva Ducale Oro Chianti Classico Gran Selezione DOCG 2014 della cantina toscana Ruffino; il Veritas Castel del Monte

Bombino Nero Rosato DOCG 2017 della cantina pugliese Torrevento. L'ente di certificazione internazionale DNV GL, ha creato ad hoc un'applicazione denominata My Story che permette ad ogni utente di potersi interfacciare nel percorso di tracciabilità della filiera. My Story è una soluzione basata su una serie di controlli di filiera e di prodotto. I dati raccolti sul campo, i risultati delle verifiche svolte da DNV GL e da altri enti di controllo confluiscono in un vero e proprio racconto, dal grappolo d'uva alla bottiglia, a cui i consumatori potranno facilmente accedere attraverso un QR-code posto in etichetta. Inquadrando il codice su una bottiglia di Santella del Gröm, ad esempio, tra le altre informazioni si può immediatamente leggere che la bottiglia è una delle 6.580 imbottigliate il 29 dicembre 2016. O ancora, che l'energia utilizzata nei processi produttivi è al 100% proveniente da pannelli fotovoltaici. [46].

26. Nel 2014 DHL, la principale azienda di logistica del mondo, ha realizzato con successo un progetto pilota per testare occhiali intelligenti e realtà aumentata in un magazzino di Bergen op Zoom in Olanda. In collaborazione con il cliente di Ricoh e con le soluzioni informatiche indossabili Ubimax, la tecnologia è stata utilizzata per implementare il "vision picking" nelle operazioni di magazzino. Il personale è stato guidato attraverso il magazzino tramite grafici visualizzati sul vetro intelligente per accelerare il processo di raccolta e ridurre gli errori. Il pilota ha dimostrato che la realtà aumentata offre un valore aggiunto alla logistica e ha comportato un aumento dell'efficienza del 25 per cento durante il processo di raccolta [47].

27. Boeing ha investito in Upskill, sviluppatore della piattaforma Skylight di cui Boeing è anche cliente. Skylight consente a un'azienda di connettere le proprie applicazioni a cuffie per realtà aumentata in modo utile ai lavoratori. Boeing sta installando cuffie Sklyingt e AR su più sedi per i suoi impianti di produzione, le strutture di manutenzione e riparazione e i centri di distribuzione. Un progetto pilota presso una struttura operativa di assemblaggio di cablaggi ha visto i primi risultati di un miglioramento del 25% nei tempi di produzione e nella qualità [48].

28. Arald, (Augmented Reality Applications in Logistic Domain) è un progetto di Ricerca e Sviluppo realizzato dall'Interporto Val Pescara, Ceteas Srl e Abalog Srl e Ud'Anet, avente per oggetto la sperimentazione di un sistema di tecnologia intelligente pensato per migliorare i sistemi informativi logistici e l'interoperabilità degli stessi, sia per ottimizzare in termini di efficacia ed efficienza le attività legate alla

manutenzione ordinaria e straordinaria dei mezzi di movimentazione. Si tratta di un progetto avente per oggetto due Unità di Ricerca: logistica Indoor ed Outdoor e sistemi per la manutenzione di mezzi, nella fattispecie occhiali per la Realtà Aumentata, che permettano agli operatori della logistica di utilizzare interfacce applicative AR, dispositivi per il riconoscimento degli oggetti e per la comunicazione con il sistema informativo aziendale. Si passa dunque da una lista di prelievo cartacea alla lista di prelievo interfacciata con il dispositivo, semplificando non solo le attività dell'operatore ma generando risparmio in termini di tempo, denaro e aumento della sicurezza degli operatori che opererebbero a "mani libere". Arald avrà sicuramente ricadute positive in termini di know-how, la ricerca è legata infatti alla specializzazione delle skills circa i processi di SCM (Supply Chain Management), in particolar modo l'aumento delle competenze sarà legato alle problematiche di controllo della movimentazione delle merci [49].

29. Maqta Gateway LLC, una divisione di Abu Dhabi Ports, sta collaborando con una delle più importanti compagnie di navigazione del mondo, la Mediterranean Shipping Company (MSC), per testare un proof of concept (POC), basato sulla blockchain, per ottimizzare la gestione della documentazione di spedizione. Lo studio POC vedrà MSC fornire dati operativi per l'implementazione della blockchain Silsal da parte di Maqta Gateway. Silsal è una blockchain originaria del Digital Innovation Lab di Abu Dhabi Ports che è stata messa online nel giugno 2018. Se il test va come previsto, Silsal consentirà lo scambio diretto e in tempo reale della documentazione di trasporto, che, di conseguenza, aumenterebbe l'efficienza operativa nel settore delle spedizioni [50].

30. A settembre 2017 DHL Supply Chain insieme a Huawei Technologies ha lanciato un'applicazione Narrowband Internet of Things (NB-IoT) presso un sito automobilistico a Liuzhou, in Cina. La soluzione si è concentrata sulla risoluzione di problemi quali ritardi nella fornitura di ricambi causati dalla pianificazione manuale delle baie di caricamento negli stabilimenti automobilistici. Abilitando la visibilità e la programmazione intelligente degli alloggiamenti di carico utilizzando NB-IoT, la soluzione ha migliorato l'efficienza di scarico e portato a una significativa riduzione dei costi di manodopera [51].

31,32,33,34. Apre a Seattle il primo negozio Amazon Go: non ci sono i cassieri e si paga la spesa direttamente tramite il proprio account a Amazon. Questa nuova esperienza di shopping senza cassa proposta da Amazon è resa possibile grazie a molte delle tecnologie

che si trovano già a bordo delle auto a guida automatica: visione artificiale, sensori e machine learning che apprendono dall'esperienza. All'ingresso nel supermarket ci si fa riconoscere dal sistema aprendo l'app dedicata sul proprio smartphone e passando un QR Code ai tornelli d'ingresso. Da quel momento, è sufficiente prendere i prodotti che si desidera: il supermercato, che controlla la spesa di ogni cliente grazie a sensori posti sugli scaffali e a centinaia di telecamere posizionate sul soffitto, provvede automaticamente a conteggiare ciò che si è acquistato grazie a un sistema di intelligenza artificiale basato sul machine learning. E, quando si esce, si riceve il conto della spesa direttamente sullo smartphone, senza nessun altro tipo di controllo e senza dover passare QR o codici a barre su nessun tipo di cassa [52].

35. Albert Heijn, uno dei più grandi e conosciuti Super Markets dei Paesi Bassi, ha rivelato l'intenzione di utilizzare i sistemi di pagamento Blockchain per il pagamento dei succhi d'arancia. Ciò avverrà in collaborazione con il fornitore Refresco. La tecnologia Blockchain può essere utilizzata per tracciare e registrare ogni fase della catena di approvvigionamento, ciò consente di dimostrare ai consumatori come e dove sono realizzati i prodotti. Utilizzando un codice QR che verrà inserito sulla confezione, i consumatori potranno seguire l'intero percorso dei succhi d'arancia prima che raggiungano i carrelli della spesa. Il processo inizia nella società brasiliana LDC Company di Rainforest Alliance-Cerified in Brasile, dove i frutti vengono raccolti e confezionati. Insieme alle informazioni sui ranghi dei coltivatori per la sicurezza e la sostenibilità alimentare, saranno memorizzate sulla blockchain anche informazioni come il periodo di raccolta e il grado di dolcezza delle arance [53].

36. FANUC ha sviluppato una piattaforma di IIoT FIELD (Fanuc Intelligent Edge Link and Drive System) che consente l'esecuzione di varie applicazioni IoT industriali all'interno di una fabbrica quali macchine utensili, robot, PLC e sensori. Attraverso la creazione di una rete interattiva di macchinari e attrezzature connesse, il Sistema FIELD è in grado di sfruttare immense quantità di dati e fornisce una soluzione per analizzarli in modo più rapido ed efficiente. La nuova piattaforma Fanuc Field è aperta a tutte le macchine coinvolte nei processi produttivi; la connessione di dispositivi di terze parti è quindi possibile, e l'integrazione in rete semplice. Allo stesso modo, tutti i robot Fanuc, le robomacchine (Robodrill e Robocut) e i sistemi Laser utilizzano interfacce proprietarie (che assicurano la massima affidabilità e sicurezza operativa) e supportano anche controlli, robot, Plc e sensori di terze parti, rendendo di fatto la rete Field un sistema

aperto e potente. Fanuc Field gestisce i dati secondo le modalità del fog computing, ossia distribuendo senza soluzione di continuità risorse, immagazzinamento di dati, controllo e funzionalità di rete sull'infrastruttura che connette il Cloud all'IoT [54].

37. DHL e Accenture hanno lavorato ad un progetto che sfrutta la tecnologia Blockchain per tracciare l'intero percorso dei prodotti farmaceutici dal loro punto d'origine al consumatore, prevenendo contraffazioni ed errori. Le due compagnie hanno creato un prototipo di serializzazione con nodi in sei aree geografiche, per tracciare i prodotti farmaceutici durante il processo di distribuzione. Il registro che tiene traccia dei movimenti può essere condiviso con produttori e distributori, magazzini, farmacie e ospedali ed in generale con chi è coinvolto nella filiera. Le simulazioni effettuate in laboratorio hanno dimostrato che la tecnologia Blockchain può gestire più di sette miliardi di numeri seriali e 1.500 transazioni al secondo [55].

38. In collaborazione con l'Università di Nottingham e con quella di Harvard, Rolls-Royce ha creato una serie di minirobot per svolgere operazioni di ispezione, controllo e manutenzione all'interno dei motori degli aerei. I Flare sono serpenti di metallo che si introducono tra gli ingranaggi per aggiustare i rivestimenti termici mentre gli Swarm, più simili a scarafaggi, vengono depositati nel motore e analizzano le parti da riparare. I test hanno dimostrato che i robot Swarm hanno resistito a un peso quasi 900 volte il loro corpo senza danni, dimostrando la loro resistenza alla compressione. Inoltre, essi sono molto intelligenti e dotati di sensori particolari che li rendono veloci e in grado di nascondersi velocemente in caso di pericolo. Gli ingegneri della Rolls-Royce hanno studiato a fondo i movimenti di questi animali per poi tradurli in un linguaggio automatizzato, creando i robot di cui sopra. Una volta all'interno del motore, i robottini potranno ispezionare l'ambiente circostante, individuando eventuali danni, anche quelli più piccolissimi. Grazie alla telecamera frontale, poi, potranno trasmettere le immagini ad un operatore umano, il tutto senza smontare il motore e con chiari benefici in termini di tempo e costi [56].

39. All'inizio del 2018 Carrefour ha lanciato la prima Blockchain europea di tracciabilità dei prodotti alimentari per il suo pollo di linea di qualità proveniente dall'Auvergne. Il progetto mira a fornire ai clienti visibilità sull'intera catena di fornitura. Il consumatore può vedere come è stato allevato ogni animale, il nome dell'agricoltore, il cibo che ha nutrito il pollo, i trattamenti utilizzati (ad esempio, senza antibiotici), eventuali etichette

di qualità e il luogo di macellazione. Lo può fare utilizzando uno smartphone che consente la scansione del codice QR di un prodotto per visualizzare le informazioni dettagliate [57].

40. Ey Italia, in collaborazione con la startup Ezlab e Cantina Volpone, ha sviluppato Wine Blockchain Ey, per tracciare l'intera filiera di produzione del vino. La Blockchain consente di raccogliere dati, trasferirli, custodirli e renderli accessibili al pubblico, abbattendo così il rischio di contraffazione. Le informazioni contenute nella Blockchain saranno disponibili direttamente sulla bottiglia grazie ad un'etichetta intelligente che permette di conoscere il produttore, i vitigni utilizzati, la zona di provenienza, i processi di coltivazione e trasformazione, le caratteristiche organolettiche del vino. Il consumatore potrà quindi verificare le informazioni, in qualsiasi momento e punto vendita, avvicinando il proprio smartphone al QR Code presente sull'etichetta. Il primo prodotto tracciato e certificato è il vino Falanghina prodotto dalla Cantina Volpone [58].

41,42. Alibaba vuole provare a risolvere il problema della contraffazione dei prodotti alimentari grazie al suo Food Trust Framework, un nuovo sistema di tracciamento della filiera di produzione e trasporto basato sulla blockchain. Il progetto pilota del gigante cinese dell'e-commerce è stato avviato in Australia e in Nuova Zelanda, con i primi ordini di alcuni prodotti delle aziende Blackmores e Fonterra. La prima produce integratori vitaminici, la seconda è una multinazionale del settore caseario. Entrambe esportano sul mercato cinese tramite la piattaforma di shopping online di Alibaba, Tmall. Grazie alla blockchain il Food Trust Framework semplifica il tracciamento dei prodotti, dal momento in cui lasciano le fabbriche australiane e neozelandesi, fino alla vendita online in Cina. In aggiunta al controllo della filiera tramite la blockchain, il sistema di Alibaba prevede la presenza di un codice QR univoco sui prodotti e si avvale della collaborazione delle poste australiane e neozelandesi, che si occupano del trasporto delle merci [59].

43. Chronicled, startup blockchain, e LinkLab, una società di consulenza per la supply chain, hanno avviato a San Francisco un progetto pilota "track and trace" per l'industria farmaceutica. Il pilota ha lanciato un protocollo di conformità basato sulla blockchain per soddisfare il Drug Supply Chain Security Act (DSCSA). L'obiettivo è quello di identificare e tracciare i farmaci da prescrizione negli Stati Uniti, migliorando il rilevamento di contraffazioni e rimuovendo i medicinali potenzialmente pericolosi. Con la blockchain è possibile per creare un sistema elettronico e interoperabile in cui più parti,

inclusi produttori, distributori all'ingrosso, ospedali e farmacie possono registrarsi, verificare e trasferire prodotti farmaceutici con assoluta fiducia nella loro autenticità e provenienza [60].

44. Komatsu, uno dei principali produttori mondiali di attrezzature pesanti, ha implementato una piattaforma di analisi Industrial Internet of Things basata su Cloud alimentata da Cloudera Enterprise e Microsoft Azure. La piattaforma consente ai team Komatsu di aiutare i clienti dell'industria mineraria di tutto il mondo a monitorare continuamente le prestazioni di alcune delle più grandi attrezzature utilizzate nelle miniere di superficie e sotterranee, nonché ad aumentare l'utilizzo e la produttività degli asset. In pratica, la piattaforma JoySmart raccoglie, memorizza ed elabora un'ampia varietà di dati raccolti dalle apparecchiature minerarie operanti in tutto il mondo, spesso in luoghi molto remoti e in condizioni difficili. Le tipologie di apparecchiature monitorate comprendono sistemi di estrazione, pale a fune elettrica e gommate. I loro dati includono metriche di serie temporali - pressioni della macchina, temperature, correnti, ecc. - dati di allarme ed eventi e altre informazioni da sistemi di terze parti [61].

45. Nel 2012 Amazon acquisisce gli AGV di Kiva, un nuovo tipo di automazione più efficiente rispetto a una forza lavoro composta interamente da esseri umani. Alcuni dei nuovi robot recuperano gli oggetti dagli scaffali, mentre altri si spostano velocemente con i loro touchscreen. I Kiva si muovono silenziosamente nel magazzino trasportando scaffali da 340 Kg, in cui sono presenti gli oggetti che un dipendente umano preparerà per l'etichettatura e la spedizione. I robot seguono una griglia invisibile identificata da una sequenza di codici a barre stampati sul pavimento. Ogni Kiva integra sensori che consentono di evitare le collisioni con gli altri robot. Quando raggiungono la posizione target, sollevano lo scaffale e lo trasportano verso l'operatore. Anche nell'operazione inversa di aggiornamento dell'inventario è sempre lo scaffale che viene portato dai robot verso l'operatore e non viceversa, come accadeva prima. L'uso dei robot ha permesso di migliorare il lavoro dei dipendenti, di incrementare l'efficienza del processo e di aumentare il numero di prodotti immagazzinati (non serve più lo spazio tra gli scaffali per il passaggio degli operatori). I Kiva sono utilizzati in 10 dei 50 magazzini statunitensi di Amazon. In un altro centro logistico californiano è invece impiegato uno dei più grandi bracci robotici del mondo, Robo-Stow, che può sollevare interi pallet da un piano all'altro del magazzino [62].

46. Il reparto logistico di Volkswagen, sta conducendo presso lo stabilimento di Wolfsburg un progetto pilota sull'uso di orologi intelligenti, tablet PC e braccialetti RFID per il prelievo degli ordini, nonché per carrelli elevatori e trattori. Plant Logistics e Group IT hanno sviluppato una propria app per questo scopo. Lo Smartwatch, un orologio da polso con caratteristiche del computer, è stato testato per ottimizzare i processi logistici. L'orologio ha una fotocamera con cui è possibile scansionare i codici a barre. Grazie ad una Wireless Local Area Network (WLAN) il collaboratore riceve i dati sui componenti richiesti direttamente sul display dell'orologio. Qui vengono visualizzate tutte le informazioni necessarie, come la stazione di scarico. Lo Smartwatch è in grado di acquisire ed elaborare i dati più velocemente di uno scanner di codici a barre ed è quindi più adatto per l'archiviazione dinamica delle merci. Il secondo progetto pilota sarà realizzato con braccialetti RFID grazie ai quali i materiali possono essere localizzati e registrati tramite etichette wireless. L'uso di tablet PC ha già dimostrato il suo valore: 30 camion commissionatori e 60 carrelli elevatori sono ora dotati di dispositivi dati mobili [63].

47. Il drone targato Amazon prosegue i test in Gran Bretagna e Israele. Nel Regno Unito, in particolare, il 7 dicembre 2016 si è conclusa con un successo la prima consegna di un pacco trasportato per alcuni chilometri da un drone e depositato su un quadrato di 40 centimetri per lato con impressa una "A", che funge da bersaglio per l'Uav. L'area interessata è quella di Cambridge dove Amazon ha un magazzino con una zona riservata a questo nuovo tipo di trasporto. Al momento i droni stanno consegnando solo ai clienti situati nelle immediate vicinanze di un magazzino specializzato. I clienti posizionano un piccolo codice QR sulla segnaletica sul loro prato, che consente al drone di sapere con precisione dove può atterrare in sicurezza [64].

48. Walmart sta collaborando con la startup del Massachusetts Alert Innovation per lanciare un programma pilota che utilizza l'automazione per aiutare gli addetti ai negozi ad evadere gli ordini di acquisto online più velocemente. Uno dei robot che Walmart sta creando si chiama Alphabot, una soluzione automatizzata che opera all'interno di una struttura di storage multilivello. Il Walmart Alphabot recupera gli oggetti ordinati online dallo stoccaggio e li porta ai dipendenti. Il sistema Alphabot è installato presso il centro commerciale di Salem, nel New Hampshire, in un'apposita area di 20.000 piedi quadrati collegata al negozio e fungerà da punto di raccolta dedicato per la spesa con corsie preferenziali per i clienti. Una volta completati, i carrelli mobili automatici recupereranno

gli articoli ordinati, immagazzinati in stile magazzino in questo nuovo spazio, quindi li consegneranno ai loro associati in una delle quattro stazioni di raccolta. I loro personal shoppers selezioneranno, assembleranno e consegneranno gli ordini ai clienti. La maggioranza dei prodotti alimentari che offrono in negozio sarà soddisfatta attraverso questo sistema [65].

49. Nel 2013, la casa automobilistica Volkswagen ha deciso di collaborare con il produttore di robot danese, Universal Robots e Faude Automatisierungstechnik, il distributore di UR5 in Germania, per dotare il suo impianto di produzione di motori situato a Salzgitter, Bassa Sassonia. L'UR5 è il robot più piccolo di Universal Robots e pesa circa 18 kg. È un braccio a sei assi in grado di rilevare anche le collisioni monitorando la corrente utilizzata nelle sue articolazioni. Se si verifica una collisione, il robot si fermerà automaticamente per evitare lesioni o danni. Utilizzando questi nuovi tipi di robot industriali, l'azienda desidera automatizzare lavori monotoni e ripetitivi per preservare i propri dipendenti. Il compito del robot sarà quello di far scorrere le candele nelle testate dei motori. Per fare ciò, il robot dovrà sollevare una parte di 5 kg, cosa che non è possibile con altri robot collaborativi [66].

50. Nel 2013 lo stabilimento BMW di Spartanburg, nella Carolina del Sud, ha utilizzato i robot UR per un paio di applicazioni con l'obiettivo di migliorare la sicurezza dei lavoratori in compiti ripetitivi ed ergonomicamente sfavorevoli. Le applicazioni includono robot UR10 che spingono un cordone di colla attorno al pannello di una porta con una pressione costante per migliorare la precisione e ridurre la rilavorazione e l'inserimento di tasselli di gomma rigidi nel telaio, dove si verificano lesioni ripetitive [67].

51. Nel 2015, il BMW Group ha unito le forze con il Fraunhofer Institute IML per sviluppare i primi Smart Transport Robots (STR) autoportanti per il trasporto di container posizionati su ruote attraverso le aree logistiche all'interno dei capannoni di produzione. La seconda generazione è ora operativa presso il BMW Group Plant Regensburg. I robot pianali trasportano container di bobine fino a una tonnellata autonomamente nel luogo in cui devono essere le merci. Calcolano il percorso ideale indipendentemente e si muovono liberamente attraverso lo spazio [68].

52,53,54. Walmart ha annunciato la realizzazione di una cloud factory per ottimizzare il lavoro dei dipendenti e ottenere migliori risultati in tempi più brevi. L'area cloud sarà

realizzata con il supporto di Microsoft all'interno dell'hub di Austin, in Texas, ed entrerà in funzione a gennaio del 2019. Il luogo verrà allestito con dispositivi di ultima generazione che funzioneranno con Azure, software a firma Microsoft per il cloud computing che Walmart ha scelto come provider. Per un colosso come Walmart la tecnologia cloud è utile non solo per la vendita dei prodotti, ma anche per le operazioni di registrazione dei clienti, le relazioni con i fornitori e il controllo della produttività. Una volta che gli ingegneri avranno completato tutti i lavori, i dirigenti ed i lavoratori sparsi in tutti i negozi della catena potranno lavorare e vedere le informazioni in remoto, senza dispersione di tempo e energia. Si tratta del primo cloud pubblico a essere impiegato da una multinazionale. I principali cambiamenti riguardano l'inserimento di sensori IoT (per risparmiare energia e migliorare l'efficienza dei macchinari), sistemi avanzati di big data analysis (per raccogliere le informazioni) e programmi di virtualizzazione (utili nella progettazione di nuovi stabilimenti) [69].

55. Walmart ha annunciato di aver implementato robot di scansione a scaffale in 50 località negli Stati Uniti, utilizzando le macchine per controllare ad esempio l'inventario, i prezzi e gli oggetti fuori posto. I robot stessi sono prodotti dalla Bossa Nova Robotics, con sede in California, e sono alti circa due piedi con una torre allungabile contenente luci e sensori per la scansione degli scaffali. Si siedono in stazioni di ricarica nel negozio fino a quando un dipendente umano dà loro una missione - ad esempio, controllare un particolare corridoio per verificare la merce che ha bisogno di rifornimento. I robot dovrebbero risparmiare il tempo dei lavoratori, ma Walmart dice che utilizzerà anche i dati che raccolgono per migliorare l'efficienza a livello nazionale [70].

56. Walmart, nel suo centro di distribuzione in Arkansas, utilizza i droni per evidenziare gli articoli in esaurimento o non correttamente collocati, e segnalare queste anomalie all'addetto che sta seguendo il drone. Dopo un periodo di test, oggi l'attività viene effettuata in un giorno mentre un addetto, prima dell'introduzione dei droni la effettuava in un mese [71].

57. Geodis e Delta Drone hanno siglato un accordo finalizzato allo sviluppo congiunto di una soluzione di inventario a magazzino automatizzato basato sull'utilizzo di droni. Un test iniziale risale al 2016 in un magazzino a Saint-Ouen l'Aumône, vicino a Parigi. Nel lungo termine, la soluzione potrebbe essere messa a disposizione dei 300 magazzini gestiti da Geodis in tutto il mondo, che rappresentano sei milioni di metri quadrati. La

soluzione, che garantisce il conteggio e la rendicontazione in tempo reale, si propone di integrare l'intera value chain, tra cui l'elaborazione e il recupero dati nel sistema informativo Geodis. Il drone è un prototipo unico progettato dai team di engineering delle due aziende. Combina un robot a terra, dotato di una batteria che assicura l'energia necessaria per muoversi nel magazzino e un quadcopter (drone a quattro eliche) dotato di telecamere ad alta risoluzione. L'intero sistema, attraverso la tecnologia di geolocalizzazione interna, funziona in completa autonomia durante le ore di chiusura del sito [72].

58. Project Wing è il progetto ideato da Google relativo all'utilizzo dei droni per la consegna di materiale in caso di disastri ambientali. Dai medicinali al cibo, passando per altri generi di prima necessità, creando ponti di trasporto in grado di aggirare tsunami, frane, terremoti e qualsivoglia altra catastrofe. Il progetto è stato testato in Australia, sperimentando una trentina di viaggi, alcuni ad una distanza di 1 km. Il drone pesa circa 8 kg ed è in grado di trasportare oggetti fino a 10 kg. Una fune avvolgibile consente al drone di scaricare a terra la merce, evitando così tanto l'atterraggio quanto urti eccessivamente pericolosi per l'oggetto da consegnare. Esso è dotato di GPS, segnali radio, fotocamere, accelerometro e giroscopi [73].

59. Il 22 febbraio 2017, UPS ha annunciato l'esito positivo di una sperimentazione di un drone partito dal tetto di un veicolo leggero che ha svolto in modo automatico una consegna a un'abitazione. UPS ha svolto la prova nella città statunitense di Tampa utilizzando un drone della Workhorse Group e un veicolo leggero a trazione elettrica. Il velivolo si aggancia al tetto dell'autocarro e una gabbia sospesa nella sua parte posteriore entra nel veicolo tramite un portello. Nel vano del furgone, l'autista inserisce un pacco nella gabbia e, premendo un pulsante su un touchscreen, invia il drone all'indirizzo attraverso una rotta prestabilita. L'intera consegna avviene in modo automatico e al ritorno il drone HorseFly si riaggancia al tetto del furgone e ricarica la batteria. Con una ricarica completa, il velivolo ha un'autonomia di volo di trenta minuti e può trasportare pacchi fino a 4,5 chilogrammi [74].



Figura 48: Collaborazione tra drone e furgone [74]

60. Nel 2016, United Parcel Service Inc ha iniziato a testare l'uso di droni per le consegne di emergenza di forniture mediche con un volo nelle zone rurali del Massachusetts. Il volo di prova è stato gestito da CyPhy, un produttore di droni Danvers, con sede nel Massachusetts, in cui UPS, la più grande società di spedizioni di pacchetti al mondo, possiede una partecipazione. Il drone consegnò un piccolo pacchetto da Beverly, situato a circa 25 miglia a nord-est di Boston, a Children's Island, un campo estivo per bambini a tre miglia dalla costa atlantica [75].

61. Mercedes-Benz Vans, Matternet, azienda statunitense specializzata nello sviluppo di droni, e Siroop, la piattaforma commerciale online svizzera hanno dato il via a Zurigo a un progetto pilota relativo a efficienti consegne on demand per mezzo di furgoni e droni di prodotti venduti nell'e-commerce. Il progetto pilota, partito il 25 settembre 2016 con prime prove, rappresenta una pietra miliare per i sistemi di volo autonomi: per la prima volta dei droni autonomi sono impiegati su larga scala senza mantenere il contatto visivo con i furgoni che fungono da piattaforme di atterraggio in un contesto urbano, allo scopo di testare un sistema di droni per l'e-commerce totalmente automatizzato. Nel corso del progetto pilota della durata di circa tre settimane i clienti potranno ordinare prodotti selezionati sulla piattaforma commerciale online siroop. Tali prodotti hanno un peso massimo di due chilogrammi e sono idonei al trasporto mediante droni. Della gamma di prodotti ne fanno parte, ad esempio, caffè o articoli elettronici. I clienti ricevono i prodotti ordinati nello stesso giorno. Appena ricevuto l'ordine, il commerciante carica i droni nei propri locali. Poi i droni volano ad uno dei due furgoni Mercedes-Benz Vito con piattaforma di atterraggio integrata. I furgoni si fermano presso uno dei quattro cosiddetti punti d'incontro predefiniti dislocati nell'area urbana di Zurigo. Lì il fattorino prende in

consegna i prodotti e li consegna a sua volta ai clienti finali, mentre il drone ritorna alla sede del commerciante. Nell'arco dell'intera filiera di processo, il tempo che intercorre dal ricevimento dell'ordine fino alla consegna finale al cliente viene misurato e confrontato con il tempo necessario per eseguire una consegna tradizionale, al fine di acquisire conoscenze in merito all'efficienza del processo. L'obiettivo del progetto è di migliorare l'efficienza e il livello di servizio delle consegne on demand, in modo da creare un valore aggiunto sia per i commercianti che per i clienti finali [76].

62. Jingdong, o JD.com, la più grande società di e-commerce dopo Alibaba, attraverso una nuova impresa chiamata JD Logistics, sta testando la rete di distribuzione di droni su scala più grande del mondo fino ad ora. L'azienda, che gestisce già 40 droni in quattro province, tra cui Pechino, Jiangsu, Guizhou e Sichuan, vuole, tra le altre cose, consegnare prodotti agli agricoltori locali e portare prodotti e frutta ai consumatori nello Shaanxi prima che si rovinino, una situazione più probabile se spedita da camion lungo strade di campagna accidentate. Progettati da JD e fabbricati principalmente da ditte domestiche cinesi, i droni si concentreranno innanzitutto sul trasporto di prodotti in aree rurali, scarsamente popolate, a cui è difficile indirizzare il personale di consegna. Per evitare la folla, la compagnia piloterà quei droni lungo percorsi programmati senza il controllo diretto di una persona. Inoltre, mentre i droni con carico più leggero lasciano cadere i pacchi in un cortile affinché qualcuno li raccolga e li porti a casa, quelli pesanti verranno spediti nei magazzini. JD ha anche testato i droni che trasportavano pesi da 10 a 15 chilogrammi nella provincia di Jiangsu a giugno 2015 [77].

63. Alibaba, nel 2015, lancia il primo test di un servizio di consegna tramite droni. Un gruppo selezionato di 450 clienti di Guangzhou, Pechino e Shanghai si vedrà recapitare un particolare brand di tè allo zenzero grazie ai droni in meno di un'ora. Peso della spedizione: non oltre i 340 grammi. Il test è stato realizzato da Taobao, il principale segmento del marketing online di Alibaba, con Shanghai Yto Express, un player cinese specializzato in logistica [78].

64. Renault Trucks ha deciso di integrare l'uso dei droni nel suo stabilimento di Ponts Essieux (Lione) per semplificare le operazioni di inventario e aumentarne l'efficienza. Servendosi di una mappatura integrata della zona da inventariare e di un piano di volo predefinito, l'UAV scansiona i codici a barre sui pallet grazie a tre lettori posizionati sul pannello frontale. Il suo utilizzo consente di inventariare una posizione di stoccaggio in

sei secondi, con una velocità dieci volte superiore rispetto all'inventario manuale. Ogni posizione viene anche fotografata, facilitando la visualizzazione del pallet su cui è stata rilevata un'eventuale anomalia. Il velivolo è completamente autonomo: l'operatore non pilota il drone ma supervisiona il piano di volo. Al termine dell'inventario, lo strumento visualizza le posizioni conformi e quelle anomale, consentendo agli addetti alla logistica di risolvere le criticità utilizzando il sistema informatico, con un notevole risparmio di tempo. L'UAV garantisce l'affidabilità dello stock ed evita i fermi di produzione [79].

65. Ford ha sperimentato l'utilizzo di droni nell'impianto di Dagenham, nel Regno Unito, che è adibito alla realizzazione dei motori. I dipendenti hanno iniziato a utilizzare per l'ispezione dei macchinari e dei reparti produttivi dei piccoli apparecchi volanti a sei eliche, dotati di telecamera e faretto di illuminazione e gestibili da terra, utilizzando un telecomando con videoschermo. Si tratta di una soluzione che punta ad abbassare notevolmente i rischi di incidenti, connessi alle periodiche operazioni di controllo delle apparecchiature, delle parti elevate delle linee e dei tetti. Sino a oggi, infatti, gli addetti erano obbligati a compiere queste verifiche utilizzando delle piattaforme estensibili, portandosi sino a superare i 40 metri di altezza dei macchinari più grandi. Il tutto richiedeva circa 12 ore di lavoro. Utilizzando i droni dotati di GoPro, invece, i tecnici riescono a ispezionare in maniera veloce e sicura tutte le zone della fabbrica (in circa 12 minuti per ogni area), rimanendo con i piedi saldamente a terra. I droni sviluppati da Ford, inoltre, sono stati programmati per ispezionare tubazioni, localizzare perdite d'aria e controllare l'efficienza dei macchinari [80].

66. Skoda, con la collaborazione della società ceca Robodrome Industries sta sperimentando un drone per l'analisi della logistica interna presso il sito produttivo di Mlada Boleslav. Si tratta di un modello con sei rotori che viaggia fino a 20 km/h di velocità e può trasportare pesi fino a 5 chilogrammi. Il drone viaggia in maniera completamente autonoma. Il suo compito è quello di contabilizzare tre volte al giorno il numero di contenitori vuoti presso una delle superfici esterne dello stabilimento. I dati raccolti dal drone sulla base di algoritmi sviluppati internamente vengono dirottati alla divisione IT del comparto logistico per gli usi del caso. Per assolvere il proprio compito, il drone di Skoda è stato equipaggiato con sensori Lidar capaci di raccogliere fino a 300.000 fotogrammi al secondo. Il sistema si sposta anche sulla base di mappe in 3D [81].

67. Il drone, sviluppato da Linde Material Handling (produttore e solution provider) in collaborazione con l'esperto francese di automazione Balyo, è progettato per semplificare notevolmente i processi di gestione dei magazzini richiesti per legge. Il drone è pensato per lavorare in completa autonomia e per gestire il magazzino fuori dall'orario di lavoro. Largo circa 50 centimetri, equipaggiato con sei rotori, una videocamera, uno scanner di codici a barre ed un telemetro, il drone Flybox sale lentamente dal lato frontale della scaffalatura, scatta una foto ad ogni posizione di stoccaggio dei pallet e registra i codici a barre delle merci immagazzinate. Una volta raggiunto lo scaffale più in alto, il drone si sposta verso destra o verso sinistra in sincronia con lo stoccatore posizionato a terra e continua il processo di documentazione dall'alto verso il basso. Il drone si muove poi verso la posizione successiva e procede, ripetendo tale movimento in modo alternato, fino a quando non avrà registrato l'intera scaffalatura e i relativi pallet, e le informazioni saranno state inviate al computer. Tutto viene quindi documentato e può essere aggiornato in qualsiasi momento grazie a un software applicativo che mostra sullo schermo la posizione dello scaffale con il codice a barre corrispondente e la relativa foto [82].

68. UPS ha deciso di estendere a 60 centri negli Stati Uniti la produzione "on demand" di componenti in plastica e metallo ottenuti mediante stampa 3D. L'obiettivo è gestire in modo integrato l'intera supply chain, dalla digitalizzazione alla certificazione, fino all'ordine di produzione e consegna. Attraverso il sito web Fast Radius, i clienti potranno inserire online ordini e file di stampa 3D, che saranno smistati in uno store UPS. La consegna potrà avvenire anche lo stesso giorno dell'ordine. UPS e SAP hanno sviluppato una tecnologia congiunta che consente a UPS di produrre articoli utilizzando la stampa 3D direttamente presso i centri di distribuzione. Ciò contribuisce ad una supply chain più veloce e più efficiente, con evidenti vantaggi in termini di riduzione dei magazzini e dei costi di immobilizzo di parti di ricambio [83].

69. Amazon ha ideato un nuovo sistema per ridurre i tempi di consegna che consiste nel posizionare stampanti 3D sui suoi furgoni in modo che il prodotto venga creato lungo il tragitto. L'idea, contenuta in un brevetto sottoposto al Patent & Trademark Office statunitense, consentirebbe anche di ridurre lo spazio necessario nei magazzini di deposito merci. Ciò che Amazon immagina è la creazione di prodotti "on demand": la merce ordinata viene stampata in un luogo vicino all'acquirente, che può scegliere di andarla a ritirare da solo o di riceverla a casa. Per Amazon, la stampa 3D non è un settore nuovo: dal 2015 la compagnia di Jeff Bezos consente, per ora solo negli Stati Uniti, di

acquistare alcuni oggetti stampati su richiesta in dimensioni, colori e materiali scelti dal cliente [84].

70. Lavorando in collaborazione con Google Cloud Platform (GCP), UPS è stata in grado di progettare un software di routing che comunica al conducente della consegna esattamente dove andare, in ogni fase del processo. UPS e Google hanno iniziato a collaborare tra loro al fine di trasformare la rete di logistica intelligente della compagnia di navigazione attraverso l'utilizzo di Google BigQuery per previsioni complete. Con un miliardo di punti dati creati ogni giorno, come peso, forma e dimensioni dei pacchetti, capacità della struttura e dati dei clienti, si ritiene che la piattaforma Google consenta l'analisi dei dati mentre utilizza l'apprendimento automatico e la tecnologia intelligente in tutti i punti dati. BigQuery di Google Cloud aiuta anche UPS a fornire le previsioni più precise e complete nella storia dell'azienda. GCP offre la capacità di eseguire modelli di machine learning su 1 miliardo di punti di dati al giorno, tra cui peso del pacco, forma e dimensioni e capacità della struttura attraverso la rete. Le informazioni estratte da tali dati aiutano a informare UPS su come caricare i veicoli di consegna, effettuare aggiustamenti delle operazioni più mirati e minimizzare l'incertezza delle previsioni, in particolare durante le vacanze. In definitiva, tutto questo aiuta UPS a offrire più pacchi a un costo inferiore e servire i propri clienti in modo più intelligente e agile [85].

71. Amazon.com ha depositato negli USA un brevetto di “speculative shipping” che farebbe partire il processo di consegna addirittura prima dell’ordine da parte del cliente. L’idea è quella di prevedere la domanda con appositi software, restringendo l’analisi su regioni, città, quartieri (quelli che in Italia corrispondono ai diversi CAP, Codici d’Avviamento Postale) e addirittura singoli isolati, su base giornaliera, e quindi cominciare a indirizzare il numero di prodotti determinato dal software verso queste zone attraverso i corrieri. Ogni prodotto impacchettato avrebbe quindi un identificativo e un indirizzo non completo, ma determinato fino a un certo punto (per esempio con il CAP ma senza la via/piazza, o con la via/piazza ma senza il numero civico), e una volta che l’ordine è effettivamente immesso da qualche cliente della zona, l’indirizzo verrebbe completato e la comunicazione inoltrata via sistema informativo al corriere, che quindi dovrebbe cambiare l’etichetta attaccando quella definitiva. Amazon definisce questo approccio “speculative shipping”, (“anticipatory shipping” nel caso particolare in cui la

partenza avvenga senza corrispondere a un preciso ordine), mentre il completamento dell'indirizzo dopo la partenza viene detto "late addressing". Questo approccio avrebbe due benefici per Amazon. Il primo è ovviamente quello di accorciare i tempi di consegna. Il secondo è quello di distribuire meglio i prodotti lungo la supply chain, avvicinandoli alla destinazione finale, e riducendo così i valori di capitale circolante [86].

72. Alibaba, il colosso cinese dell'e-commerce, ha lanciato un'iniziativa che si propone di utilizzare i big data per ridurre il livello di attività di contraffazione online. Il progetto prende il nome di Big Data anti-counterfeit Alliance e rappresenta un accordo tra venti brand, alcuni dei quali noti a livello internazionale (Louis Vuitton, Samsung, Swarovski, Mars e Huawei), esperti anticontraffazione, enti commerciali e il governo Cinese che, come riporta lo stesso Alibaba, ha offerto pieno supporto all'iniziativa. L'analisi dei dati consentirà ad Alibaba di identificare i falsi, passando al setaccio prezzi e frequenze di vendita. Se l'articolo risulterà contraffatto, Alibaba bloccherà la vendita online e fornirà alle autorità le informazioni relative a venditori e fornitori (i cui legami sono ricostruiti attraverso l'intelligenza artificiale). L'iniziativa, quindi, non si ferma all'interno della piattaforma ma ambisce a limitare la contraffazione anche offline. Alibaba supporterà i membri dell'alleanza e coinvolgerà i marchi nelle scelte strategiche antifrode, che vanno dalla collaborazione con la polizia locale alla promozione di campagne di comunicazione. A luglio del 2016, il gruppo cinese aveva dato prova dell'efficacia dei big data. Un monitoraggio durato 4 mesi, aveva smascherato 417 produttori e portato all'arresto di 16 persone [87].

73. Il gigante del commercio al dettaglio Wal-Mart Stores è un grande collezionista di big data da tutto il mondo e nel suo grande centro di dati conosciuto come il Data Cafe (Collaborative Analytics Facilities for Enterprise), sono analizzati più di 2,5 petabyte di dati ogni ora da dozzine di siti web di social media, informazioni meteo e transazioni per un totale di oltre 200 flussi di dati. Questo centro ad alta tecnologia situato a Bentonville ha ridotto il tempo necessario per analizzare i dati da 2,5 settimane a circa 30 minuti. Wal-Mart ha dichiarato di utilizzare i big data per ottenere una visione in tempo reale del flusso di lavoro in farmacia, nei centri di distribuzione e attraverso la sua rete di negozi e attività di e-commerce. Wal-Mart utilizza anche i big data per aiutare a gestire meglio la supply chain ad esempio usando le simulazioni per tracciare il numero di passaggi a cui è un soggetto un prodotto lungo il percorso verso il cliente finale in modo da ottimizzare i percorsi. Wal-Mart ha detto che usa anche i big data per analizzare la corsia di trasporto

e le rotte per la sua flotta di camion allo scopo di ridurre i costi di trasporto e a migliorare i programmi di guida. Inoltre, l'analisi delle preferenze dei clienti e dei modelli di acquisto, consente a Wal-Mart di accelerare il processo decisionale su come immagazzinare gli scaffali dei negozi e mostrare la merce. Wal-Mart ha anche affermato che i grandi dati forniscono informazioni su nuovi articoli, prodotti fuori produzione e marchi privati da trasportare. Queste informazioni vengono esaminate dai team di acquisto e svolgono un ruolo in cui i prodotti vengono rinnovati ogni anno [88].

74. Oracle introduce nuove funzionalità nell'offerta Oracle Internet of Things (IoT) Cloud per l'Industria 4.0, per supportare le aziende a migliorare la produzione intelligente e rispondere in modo opportuno alle richieste del mercato. Le avanzate funzionalità di monitoraggio e analisi consentiranno alle imprese di aumentare la propria efficienza, ridurre i costi e identificare nuove aree di profitto grazie al monitoraggio avanzato delle risorse, degli addetti e dei veicoli, unitamente al rilevamento dei problemi in tempo reale e all'analisi predittiva. Grazie alle nuove funzionalità di realtà aumentata, visione artificiale, digital twin e data science, l'offerta Oracle IoT Cloud consente alle aziende di acquisire informazioni dettagliate sulle prestazioni di risorse, macchinari, addetti e veicoli in modo da ottimizzare la supply chain, la produzione e la logistica, ridurre il time to market per i nuovi prodotti e abilitare nuovi modelli di business [89].

75. Volkswagen, precisamente nello stabilimento di Wolfsburg, dopo un esperimento a campione durato 3 mesi circa, ha deciso di aggiornare l'equipaggiamento standard dei propri dipendenti con un paio di Smart Glasses. L'obiettivo è quello di aumentare ulteriormente la sicurezza, e la velocità, nel processo di produzione. Gli operai ricevono in automatico tutte le informazioni di cui hanno bisogno, come numeri di serie e posizioni della componentistica, visualizzandole direttamente nel loro campo visivo così da avere entrambe le mani libere. La fotocamera incorporata funge da lettore di codici a barre così da capire, nell'immediato, se si sta eseguendo la giusta operazione. Il loro utilizzo è tuttavia facoltativo e il dipendente ha a disposizione un periodo di prova per familiarizzare con il sistema prima di utilizzarlo in via definitiva sul lavoro. Sono attualmente 30 i membri del personale che operano con gli Smart Glasses 3D in diversi rami dell'azienda. Gli occhiali non sono quindi 3D, ma forniscono una visione di realtà aumentata probabilmente più utile in ambito lavorativo del 3D stesso [90].

76,77,78. Il salumificio Principe – azienda friulana specializzata nella produzione di prosciutto San Daniele DOP – investe su Internet of Things, Blockchain e Realtà Aumentata per offrire a clienti, partner e rivenditori totale trasparenza sulla propria filiera, supportata da Teorema Engineering, che affianca l’azienda in tutte le fasi di sviluppo del progetto. Per garantire trasparenza, visibilità totale sulla filiera e dati puntuali sulla produzione, Principe ha l’esigenza di seguire nel dettaglio tutte le fasi della produzione del prosciutto di San Daniele DOP, allocando le corrette risorse e indirizzando gli acquisti a monte, prendendo in considerazione tutti i fattori coinvolti nel processo, a partire dall’allevamento dei maialini, alla loro alimentazione, alla macellazione, fino alla stagionatura. In pratica, applicando ai prosciutti e alle bilancelle dei tag elettronici, l’azienda può sapere in tempo reale dove si trova la coscia e qual è il suo stato; ciò consente di tracciare il prodotto dalla nascita dell’animale alla preparazione della vaschetta e replicare il sistema su qualunque mercato. Basandosi su un registro condiviso che si aggiorna istantaneamente per ogni operazione registrata, la blockchain permette infatti a tutti i partecipanti attivi sui nodi della rete di verificare le informazioni in maniera trasparente e univoca, correlando ciascuna azione all’effetto che ha generato. Gli stessi dati possono essere resi disponibili a clienti o organismi di controllo per appurare l’origine e i processi di trasformazione di un prodotto. L’applicazione della Realtà Aumentata si rivela per Principe uno strumento strategico nei confronti di importatori e distributori all’ingrosso. Negli Stati Uniti è stata infatti da poco realizzata la prima demo implementando un’app di AR creata da Teolab che permette, inquadrando la vaschetta di affettato, di visualizzare tutte le informazioni riguardanti le fasi di produzione, condividere i valori distintivi e la storia della famiglia Principe e le immagini relative ad altri prodotti. In fase di test, anche una soluzione di Realtà Immersiva che supporta la formazione sulle tecniche per trattare correttamente il prosciutto da parte degli affettatori, categoria di lavoratori spesso soggetta a spostamenti interni, soprattutto nei supermercati, e dove i costi di formazione sono sempre più elevati. La soluzione offre un’esperienza immersiva a 360 gradi attraverso il visore Samsung Gear. Indossando il visore l’addetto viene trasportato in un ambiente virtuale e può apprendere le tecniche di affettazione guardando un professionista all’opera, in un’ambientazione estremamente suggestiva perché l’attività viene svolta in un magazzino con centinaia di prosciutti appesi in tutta la stanza [91].

79. Comau presenta AURA (Advanced Use Robot Arm), una tipologia di robot collaborativo ricoperto da una speciale pelle protettiva sotto la quale coesistono sensori di forza, percettivi e di torsione. Il sistema cooperativo sfrutta inoltre l'integrazione di un sistema di visione e di laser scanner. È proprio la combinazione di tale tecnologia il fattore abilitante che consente agli operatori sia di muoversi in totale sicurezza nello spazio di lavoro che condividono con un robot, sia di guidare l'azione di quest'ultimo. Direttamente, con la guida manuale, o la possibilità di fargli mutare la traiettoria semplicemente mediante contatto fisico; indirettamente proprio grazie all'interazione con la sensoristica applicata al robot e all'intera area di lavoro. Esattamente come accade tra persone, i robot collaborativi di oggi recepiscono cosa accade nell'area accanto e si comportano di conseguenza. La soluzione AURA consente la trasformazione di un robot tradizionale in robot collaborativo anche per macchine ad elevato carico in grado quindi di applicarsi ad attività pesanti. Un esempio su tutti sono le manipolazioni che avvengono nell'assemblaggio finale di un'automobile, come il posizionamento del cruscotto, dei sedili o delle batterie. Ogni operazione svolta avviene inoltre senza l'ausilio di alcuna barriera protettiva e questo significa un forte risparmio di costi in termini di hardware ridondante e di layout in fabbrica. In aggiunta, la capacità del robot di interagire in tempo reale con quanto lo circonda fa sì che le interruzioni di lavoro si riducano pressoché a zero, con i relativi vantaggi in termini di resa, efficienza e produttività [92].

80. Comau, società del gruppo FCA del settore dell'automazione industriale avanzata, ha presentato ad Automatica, il salone internazionale per l'Automazione e la Meccatronica che si svolge a Monaco di Baviera, Mate, il suo primo innovativo esoscheletro indossabile. Mate è stato ideato per migliorare la qualità del lavoro in modo efficiente e altamente ergonomico fornendo un'assistenza costante e avanzata al movimento dell'operatore durante l'esecuzione di operazioni ripetitive o quotidiane. L'esoscheletro utilizza una struttura passiva a molle che conferisce un supporto posturale leggero, traspirante ed estremamente efficace, senza bisogno di impiegare batterie, motori elettrici o altri dispositivi soggetti a guasti. Si tratta del primo di una serie di tecnologie robotizzate indossabili che Comau sta sviluppando e commercializzando partnership stretta con Össur, che realizza dispositivi ortopedici non invasivi, e Iuvo, spin-off dell'Istituto di BioRobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, specializzata in tecnologie indossabili. Mate è in grado di replicare accuratamente qualsiasi movimento della spalla,

mentre aderisce al corpo come una “seconda pelle”. La struttura compatta segue completamente i movimenti degli arti superiori senza resistenza né disallineamento [93].

81. Audi vuole rendere più facile la vita dei suoi dipendenti attraverso un nuovo programma pilota. Il progetto prevede l'utilizzo di un esoscheletro leggero e indossabile. Attualmente un gruppo di lavoratori presso gli stabilimenti di Ingolstadt e Neckarsulm stanno utilizzando la tecnologia che potrebbe essere estesa a molti altri dipendenti. L'esoscheletro pesa solamente 3 kg e i dipendenti lo indossano come un capo di abbigliamento. Il dispositivo si collega ai fianchi e copre la parte superiore del corpo alle cosce. Audi sostiene che le persone che indossano questa struttura riescano a sperimentare il 20-30% in meno di sforzo durante il tempo di lavoro. Audi ha fatto testare gli esoscheletri a dipendenti che lavorano in diverse aree e lo indossano da due a sette ore al giorno. Ad esempio, gli operai che lavorano nell'area Complete Knock Down (Ckd) di Audi utilizzano il dispositivo come ausilio quando prelevano degli attrezzi dalle casse. Anche lungo la linea di montaggio le persone che installano console centrali e trasportano scatole pesanti lo utilizzano [94].

82. PepsiCo raccoglie i dati dai clienti al dettaglio che includono l'inventario del magazzino e del punto vendita. PepsiCo riconcilia questi dati con la loro cronologia delle spedizioni, i numeri di produzione e i dati previsionali. Per dare coerenza ai dati, PepsiCo si è rivolto al partner di Tableau (società di software), Trifacta. Per una maggiore efficienza e scalabilità, PepsiCo ha implementato Hortonworks Hadoop come ambiente di atterraggio e di staging per questa varietà di dati. Ora i report vengono eseguiti direttamente su Hadoop, senza coinvolgere più passaggi con i server Access e PepsiCo. Questo processo consente agli analisti di manipolare direttamente i dati usando Trifacta. Tableau fornisce a PepsiCo il passo finale: potenti analisi e visualizzazioni, aiutando l'azienda a dare un senso ai volumi di dati. La combinazione di Trifacta e Tableau consente a PepsiCo di ottimizzare il processo, riducendo il tempo speso per la preparazione dei dati e aumentando la qualità generale dei dati. I dati normalizzati in Trifacta aiutano a cogliere errori e difetti nei dati. Con Tableau, PepsiCo può facilmente individuare valori anomali e correggerli prima che causino problemi maggiori a valle. In Tableau Desktop, PepsiCo analizza i dati di inventario, logistici e finanziari di tutto il paese. Il trasferimento dei dati in Tableau Desktop consente a PepsiCo di dare un senso ai big data e consente agli analisti di creare report sulla catena di approvvigionamento e sulle previsioni in tempi record. Gli analisti perfezionano i dati per rispondere alle

domande, individuare le tendenze e pianificare la domanda futura, risparmiando denaro dell'azienda [95].

83,84. A metà del 2017, Colgate-Palmolive ha raggiunto significativi progressi sull'integrazione, automazione e digitalizzazione delle sue operazioni di supply chain globale. Ha adottato nuovi sistemi di controllo delle linee di produzione, un nuovo sistema MES che copre tutte le linee di confezionamento e rileva dati di performance, e inoltre gli stabilimenti hanno iniziato a usare sensori con obiettivi di manutenzione predittiva, robot collaborativi per lo spostamento dei materiali, dispositivi wireless portatili per il tracciamento del flusso dei materiali, telecamere per il supporto remoto agli operatori e RFID per tracciare pallet e scorte. In alcune fabbriche sono in corso anche progetti pilota per la stampa 3D dei pezzi di ricambio, e smart glasses per ispezioni e interventi tecnici. Tutti i dati di questi sistemi alimentano un sistema di analytics basato su SAP Hana, che sta già supportando gli stabilimenti in termini di analisi KPI e problem solving a livello manageriale, e di miglioramento continuo nella fabbrica. Il sistema notifica anche le segnalazioni di problemi di fabbrica e di miglioramento continuo agli specialisti di Six Sigma e di Colgate-Palmolive, e traccia quante di queste notifiche sono convertite in ordini di intervento e risolte. Benefici sono già stati ottenuti in termini di visibilità globale delle operazioni di supply chain, riduzioni di costi, aumenti degli indici di efficienza [96].

85. Eni ha annunciato la propria collaborazione con HPE per implementare il potente supercomputer commerciale, in grado supportare la multinazionale italiana nel processo di trasformazione digitale attraverso l'intera catena del valore - dalla fase di esplorazione e sviluppo dei giacimenti di petrolio e gas, alla gestione dei big data generati da tutti i beni produttivi. Il nuovo supercalcolatore, denominato HPC4, è in grado di quadruplicare la potenza dell'intera infrastruttura situata nel Green Data Center di Ferrera Erbognone (PV), in quanto, associata a quella del sistema di supercalcolo già operativo (HPC3), raggiungendo una disponibilità di potenza di picco pari 22,4 Petaflop, vale a dire 22,4 milioni di miliardi di operazioni matematiche svolte in un secondo. L'infrastruttura di calcolo di Eni funziona sulla base di un unico ecosistema di algoritmi estremamente avanzato e complesso, creato, sviluppato e di proprietà di Eni, e basato sull'esperienza e sul know-how della compagnia. HPC4, in particolare, consentirà per le attività upstream l'esecuzione e l'evoluzione degli algoritmi dedicati all'immagine geofisica

tridimensionale, alla modellizzazione dei sistemi petroliferi e all'elaborazione di modelli sofisticati di simulazione di giacimento e di ottimizzazione degli impianti produttivi [97].

86. Mercedes-Benz Cars e Icertis, fornitore leader di soluzioni per la gestione dei contratti aziendali nel cloud, collaborano per una partnership strategica per una documentazione coerente dei contratti nella catena di fornitura. Daimler richiede ai suoi fornitori diretti di trasmettere vigorosamente e controllare gli standard e gli obblighi contrattuali relativi alle condizioni di lavoro, ai diritti umani, alla protezione ambientale, alla sicurezza, all'etica degli affari e alla conformità all'interno della catena di approvvigionamento. Il prototipo Blockchain consente una mappatura e una comprensione trasparenti di questa trasmissione lungo l'intera catena di approvvigionamento. Se uno dei sub-fornitori si discosta dagli obblighi contrattuali, questo diventa visibile nella Blockchain, in modo simile a un sistema di contabilità sicura. Mercedes-Benz Cars e numerosi esperti di Icertis hanno sviluppato e programmato con successo un prototipo [98].

87. Mediterranean Shipping Company (MSC), leader mondiale nella logistica e nel trasporto di container, sta introducendo sempre più soluzioni di container intelligenti per i clienti in molte località in tutto il mondo, utilizzando le soluzioni IoT sviluppate dal suo partner Traxens. Quest'ultimo fornisce ai caricatori un dispositivo connesso ad Internet per operare permanentemente su container di merci asciutte. Questo trasforma il container in un oggetto intelligente e connesso che raccoglie e comunica dati in tempo reale sulla sua posizione e sui suoi movimenti durante il suo viaggio. Altri fattori che contribuiscono a mantenere sicuri i carichi includono: temperatura, livello di umidità, urti e vibrazioni, apertura e chiusura delle porte. Traxens fornirà inoltre l'accesso alla sua piattaforma di analisi dei big data, TraxensHub, tramite API, portando funzionalità avanzate di analisi e reporting per le autorità portuali. L'utilizzo di tecnologie digitali come i container intelligenti porterà notevoli vantaggi in termini di efficienza, assistenza, sicurezza lungo l'intera catena di fornitura ed aiuterà le autorità portuali a prevedere e gestire potenziali congestioni, nonché a prevedere gli arrivi di camion al porto. La collaborazione tra i due risale ad un progetto IoT pilota iniziato nel settembre 2018 nel porto di Valencia, Spagna, volto a migliorare l'efficienza operativa del porto, a cui hanno preso parte anche l'Autorità Portuale nel Porto di Valencia e la Fundacion Valenciaport [99].

88,89,90,91. Mercedes-Benz ha annunciato l'avvio della costruzione di *Factory 56*, uno stabilimento digitale, flessibile e sostenibile, da cui, a partire dal 2020, usciranno non solo

la prossima generazione di auto di lusso (tra cui la nuova Classe S e un veicolo elettrico a marchio EQ) ma anche i primi Robo-Taxi di Mercedes-Benz. Ogni aspetto della produzione, dai fornitori, al reparto sviluppo, progettazione e produzione, fino ai clienti, sarà collegato e connesso con gli altri. Il collegamento a 360 gradi dell'intera catena del valore è una caratteristica essenziale di "Factory 56" da parte dei fornitori, dei progettisti, dello sviluppo del prodotto, della produzione e dei veicoli. I veicoli finiti scenderanno autonomamente dalla catena di montaggio alla stazione di carico del trasporto. Nella sala assemblaggio verranno utilizzate tecnologie dell'Industria 4.0 comprendenti sistemi di trasporto senza conducente con cestini di prodotti che supportano la logistica nell'area di assemblaggio garantendo la fornitura senza interruzioni di materiali ai dipendenti della catena di montaggio. Le tecnologie RFID saranno integrate in "Factory 56" consentendo a componenti e veicoli di essere tracciati e collegati digitalmente l'uno con l'altro. L'intelligenza artificiale, l'analisi dei Big Data e la manutenzione predittiva garantiranno un'elevata trasparenza e supporto per la pianificazione della produzione, il controllo e la garanzia della qualità. L'analisi dei dati di produzione consentirà potenziali previsioni dei guasti e una pianificazione avanzata della manutenzione. Inoltre, alcuni dati verranno trasmessi all'app *Mercedes me* in modo che i clienti che acquistano nuovi veicoli possano ottenere informazioni sulla produzione e la consegna. L'essere umano sarà al centro di tutte le attività in "Factory 56" con dipendenti che lavorano su stazioni di lavoro ergonomicamente ottimizzate, supportate in modo ottimale nei loro compiti da strumenti digitali [100].

92. L'Oréal - una delle più grandi aziende cosmetiche del mondo - ha dovuto affrontare problemi nel suo stabilimento indiano di Pune, poiché le operazioni di fine linea erano eseguite manualmente, ponendo un forte rischio ergonomico per i lavoratori. Nel tentativo di essere più flessibile e agile in termini di servizio al mercato in tempo reale, l'impianto ha implementato il suo primo robot collaborativo da Universal Robots nel 2016. Prima dell'installazione dei cobots, veniva utilizzato un solo pallet alla volta per una singola applicazione. Con i cobots, tuttavia, è possibile utilizzare contemporaneamente due pallet, senza arrestare la linea, risparmiando quindi 30 minuti per turno. L'impianto ha visto anche un miglioramento del 5% di OEE (Overall Equipment Effectiveness) dovuto al tempo risparmiato nella sostituzione del pallet. Pertanto, l'implementazione di robot collaborativi per la pallettizzazione automatica si è

dimostrata efficiente, eliminando completamente il rischio ergonomico, consentendo flessibilità nell'impiego in officina per varie applicazioni [101].

93. Nuro, la start-up specializzata in robotica ha siglato una partnership con la catena di alimentari Kroger, per avviare un servizio completamente automatico di consegna a domicilio. Dopo avere testato le consegne a guida autonoma sfruttando Toyota Prius modificate appositamente e gestite da operatori umani, Nuro ha messo sulle strade di Scottsdale, in Arizona, i suoi primi pod elettrici e autonomi, che hanno iniziato a effettuare consegne senza alcun input umano. La partnership tra Nuro e Kroger consente ai clienti di effettuare ordini per la consegna di generi alimentari in un negozio appositamente individuato per le consegne a guida autonoma, e accordarsi per ricevere la merce ordinata per il giorno stesso o quello successivo. La tariffa fissa è di 5,95 dollari a prescindere da ciò che si è ordinato, e quando il pod arriva all'indirizzo indicato avvisa il cliente, che raggiunge il mezzo, scansiona un codice sul lettore presente su un lato e recupera la spesa. Una volta conclusa la consegna, il pod riprende la sua corsa continuando il giro. Successivamente, anche due supermercati nell'area di Houston (Texas), situati nella South Post Oak Road e nella Buffalo Speedway, hanno avviato un servizio di consegne a domicilio con veicoli robot della Nuro [102].

94. I dispositivi Getac godono di una crescente popolarità in settori esigenti come quelli della produzione alimentare, come nel caso di Nestlé Wagner GmbH, che produce circa 350 milioni di alimenti surgelati all'anno ed è uno dei maggiori produttori di pizze surgelate in Europa. Al fine di migliorare e aumentare ulteriormente l'efficienza della produzione, Nestlé Wagner GmbH sta espandendo la digitalizzazione dei propri processi produttivi tramite i tablet Getac fully rugged A140. Questi dispositivi integrano i laptop e gli speciali computer industriali, aumentando la flessibilità, e digitalizzando i processi di produzione. Con l'introduzione degli A140 fully rugged, Nestlé ha la sicurezza che, se il tablet dovesse cadere accidentalmente, non si rompa, garantendo così la qualità della filiera di produzione. I tablet Getac A140 si sono dimostrati dispositivi facili da maneggiare e con un elevato grado di tolleranza agli sbalzi di temperatura, consentendo all'azienda di accedere alle informazioni in modo semplice e rapido e per raccogliere dati senza complicazioni direttamente sul posto. Utilizzando la fotocamera integrata, i dipendenti possono scattare fotografie o registrare video direttamente sul posto. Ciò rende possibile documentare eventuali problematiche che si verificano sulla linea di produzione

e distribuirle in tempo reale per risolverli il più rapidamente ed offre un mezzo all'azienda in grado di semplificare i propri processi e di formularli in modo più efficiente [103].

95. Starbucks, catena di caffè, si sta muovendo per fornire ai consumatori maggiori informazioni sui suoi prodotti a base di caffè utilizzando un sistema di blockchain. L'azienda sta collaborando con Microsoft per sfruttare il servizio Azure Blockchain nel monitoraggio delle spedizioni di caffè da tutto il mondo, portando una tracciabilità digitale in tempo reale alle proprie catene di approvvigionamento. Con la partnership, il servizio blockchain di Microsoft registrerà tutte le modifiche lungo il percorso del caffè su un libro mastro condiviso, fornendo ai partecipanti una completa visione della catena di approvvigionamento. Starbucks userà tutte queste informazioni per introdurre una nuova funzionalità nella sua app mobile, fornendo ai consumatori dettagli su dove è stato prelevato e tostato il caffè, oltre a note di degustazione. L'azienda sta attualmente parlando con i coltivatori di caffè in Costa Rica, in Colombia e in Ruanda per saperne di più su come il progetto possa trarne il massimo beneficio [104].

96. Lenovo Group Ltd ha annunciato di aver collaborato con JD.com, il secondo più grande player di e-commerce in Cina, per creare una piattaforma di Big Data. Se JD.com accumula enormi quantità di dati di e-commerce da consumatori che amano acquistare online l'elettronica, Lenovo sa come vengono utilizzati milioni di dispositivi ogni giorno. Il presidente e amministratore delegato di Lenovo, Yang Yuanqing, ha affermato che l'analisi di entrambi i dati potrebbe generare un grande valore, ad esempio prevedendo esattamente quanti computer saranno richiesti il mese successivo [105].

97. Intel si è posto l'obiettivo di fornire ai punti vendita l'Internet of Things e altre tecnologie per integrare le differenti fasi dei loro processi, dalla gestione dei magazzini al passaggio alle casse. Nel corso di un recente evento, la società ha presentato la Responsive Retail Platform (RRP), descritta come una nuova piattaforma IoT pensata per favorire la creazione di soluzioni altamente flessibili, evolutive e innovative, integrando in modo standardizzato hardware, software, interfacce di programmazione di applicazioni (API) e sensori per il commercio al dettaglio. La piattaforma RRP raccoglie diversi flussi di dati per connettere ambienti digitali e fisici, promettendo di ottimizzare la gestione del complesso della supply chain, attraverso la fornitura istantanea di informazioni su ciò che i clienti acquistano o richiedono, allo scopo di assicurare la disponibilità dei prodotti in funzione della domanda in tempo reale. La soluzione

integrata RRP è già in fase di sperimentazione , adottata ad esempio da Levi's nei propri punti vendita. Con la piattaforma di RRP, i dispositivi dell'IoT, come i sensori, raccolgono dati su vasta scala, li inviano al cloud per ottenere modelli utilizzabili sul comportamento dei clienti, le tendenze, e altre informazioni utili che potrebbero aiutare i proprietari di negozi nella vendita [106].

98. Lo stabilimento di Alfa Romeo presso Cassino ha steso una partnership con Samsung per digitalizzare i sistemi produttivi. Per questo sono stati integrati dei dispositivi di visualizzazione come dei monitor Samsung ad alta luminosità lungo la linea di produzione ma anche eBoard touchscreen in alcuni punti strategici sui quali viene mostrato l'andamento della produzione. Samsung ha anche messo a disposizione una soluzione, Samsung Knox, personalizzabile e in grado di garantire la totale sicurezza dei dati presenti sul terminale. Tale piattaforma, integrata dei dispositivi Samsung, fornisce tutta una serie di meccanismi di protezione utili a tutelare i dati contenuti nei device stessi e consentire quindi all'utente e al suo team di lavoro di accedervi ovunque e in qualunque momento in tutta sicurezza. Per il personale di linea è stato adottato lo smartwatch Samsung Gear S3 Frontier, totalmente integrato con il sistema informativo che gestisce l'intero sistema produttivo, per incrementare l'efficienza lavorativa e per monitorare varie anomalie e problemi durante la produzione. Il processo è il seguente: raggiunta la propria postazione, l'operatore riceve dal MES la lista delle operazioni da compiere sul veicolo in lavorazione; completata l'operazione, invia la conferma tramite il Gear S3 Frontier, l'attività viene registrata come conclusa e la linea di produzione può proseguire alla fase successiva. Nel caso in cui, invece, un'operazione non possa essere eseguita per qualsiasi ragione, l'operatore è in grado di generare dallo smartwatch una segnalazione verso il team leader responsabile. La particolarità di tale smartwatch è che non deve essere necessariamente connesso a uno smartphone per poter essere utilizzato in tutte le sue funzioni [107].

99. Mercedes è stata una delle prime aziende ad utilizzare la stampa 3D nel suo ciclo produttivo, in particolare per quanto riguarda i pezzi storici. La casa automobilistica ha introdotto nel 2017 il suo primo pezzo di serie stampato in 3D: si tratta di un coperchio da termostato per camion Mercedes e per modelli Unimog, non più in produzione da 15 anni. Il pezzo ha superato tutti i test qualitativi Mercedes, raggiungendo lo stesso standard di qualità dei componenti sviluppati con tecniche tradizionali. Viene realizzato in alluminio e prodotto con la tecnica Selective Laser Melting, che utilizza il laser per

fondere aree specifiche di un letto di polvere di alluminio, il quale si rigenera sul posto gradualmente costruendo l'oggetto strato per strato. Il processo di stampa 3D non solo assicura buone caratteristiche dei materiali utilizzati, ma evita anche costi di sviluppo elevati e l'impiego di attrezzature speciali. Significativi vantaggi si riscontrano anche in termini di logistica e di tempi d'attesa dei ricambi da parte dei clienti [108].

100. La compagnia marittima danese Maersk Line sta sperimentando la stampa 3D per produrre alcuni ricambi in ABS direttamente sulle sue navi. Una stampante sta già lavorando, in via sperimentale, sulla nave della Marina militare statunitense USS Essex, ma il progetto interessa anche le compagnie commerciali. Maersk Line ha acquistato una stampante uPrint SE 3D della Stratasys per avviare le prime prove. Questa stampante 3D produce oggetti in ABS termoplastico attraverso una tecnologia Fused Deposition Modeling. La produzione a bordo può ridurre in modo significativo il costo della logistica di approvvigionamento dei ricambi e lo spazio di stoccaggio sulla nave. Inoltre, consente interventi in tempo reale anche se il magazzino interno non ha un pezzo disponibile. Il processo è il seguente: il file per la stampa può essere inserito nella memoria del computer di bordo o inviato telematicamente alla nave dalla sede della compagnia. Basta selezionarlo, premere un bottone e la produzione inizia. Stampare un oggetto affinché possa essere utilizzato come parte di ricambio ha vari vantaggi: riduce i tempi di installazione, elimina i costi di spedizione, garantisce agli utilizzatori di realizzare il componente necessario [109].

101. CNH, leader nella produzione di macchine per l'agricoltura, movimento terra, veicoli commerciali e motori, ha iniziato, in partnership con 3D Systems, la realizzazione di componenti e pezzi di ricambio in plastica utilizzando stampanti 3D che garantiscono una produzione sostenibile e in tempi rapidi, cioè 24-36 ore. CNH Industrial ha portato a termine la produzione dei suoi primi ricambi stampati in 3D, lanciando la rivoluzione dell'Additive Manufacturing. Una volta stampato, ogni componente viene sottoposto a severi test per garantire che soddisfi i requisiti e le specifiche standard. I primi pezzi creati con questo nuovo processo sono quattro componenti per autobus e macchine agricole. Al momento tutti gli esemplari sono realizzati in plastica, ma il Gruppo sta portando avanti ulteriori test che consentiranno in futuro di produrre con questa tecnologia anche componenti in metallo [110].

102. Reply, specializzata nella progettazione e nell'implementazione di soluzioni basate sui media digitali e sui nuovi canali di comunicazione, ha annunciato il 7 novembre 2016 che Costco Wholesale, una catena della grande distribuzione americana, ha adottato le soluzioni SideUp Reply DropShip per le attività di e-commerce in Asia. SideUp Reply è una soluzione in cloud per la gestione di magazzini, inventario, monitoraggio delle spedizioni e logistica di magazzino. Costco ha scelto le soluzioni SideUp WMS e DSS per gestire le operazioni logistiche. Mentre il sistema SideUp WMS è già una soluzione consolidata nell'ambito dell'e-commerce Costco, l'adozione di DSS rappresenta una totale novità. SideUp DSS è un recente e innovativo modulo che offre ai retailer la possibilità di vendere articoli forniti da terze parti tramite i loro siti di e-commerce. I retailer possono monitorare e gestire facilmente lo stato e la performance dei livelli di completamento delle consegne da parte dei loro venditori. I venditori ricevono, elaborano e spediscono gli ordini tramite una semplice interfaccia web o tramite il loro software di gestione del magazzino, integrato con SideUp DSS. Nel novembre del 2015 è partita la prima applicazione di SideUp Reply DropShip, con l'e-commerce di Costco Korea; due mesi dopo, nel gennaio del 2016, ne è stata avviata una seconda con Costco Taiwan. La combinazione di SideUp WMS e DSS ha consentito a Costco di ottenere una visione globale e unificata sulle informazioni relative agli ordini [111].

103. Barilla insieme al Cnr di Firenze e di Foggia hanno realizzato Agrosat, una piattaforma digitale in grado di elaborare in tempo reale le mappe di fertilizzazione dei campi. La piattaforma fornisce una serie di informazioni utili per decidere quando e come concimare, fertilizzare e valutare il raccolto. Inoltre, con Agrosat l'agricoltore può delimitare i confini della propria azienda su una mappa satellitare, e valutare, in base alle località dei campi, la pianificazione della produzione [112].

104. Volkswagen si è alleata con il cloud di Amazon per rendere la sua produzione più efficiente e meno costosa: grazie a un accordo pluriennale con Amazon web services (Aws), il gruppo automobilistico collegherà e integrerà i dati di 122 impianti di produzione e di tutti i sistemi IT del gruppo all'interno di una piattaforma unica chiamata Volkswagen Industrial Cloud. L'accordo con Amazon permetterà a Volkswagen di usare le tecnologie di Aws, tra cui strumenti di machine learning e analytics, per la sua piattaforma Volkswagen Industrial Cloud, che, a completamento, dovrà mettere in rete un totale di 30.000 sedi e 1.500 fornitori, facendo comunicare in modo condiviso e veloce tutti gli impianti produttivi e la supply chain del colosso automobilistico. Volkswagen e

Amazon intendono mettere in funzione il loro Industrial Cloud e i primi servizi entro la fine del 2019. Sarà Siemens il partner tecnologico di Volkswagen per l'integrazione dei sistemi nella piattaforma in modo da garantire il networking efficiente di sistemi di produzione, macchinari e attrezzature. Il cloud aiuta Volkswagen ad individuare rapidamente eventuali colli di bottiglia nella fornitura e interruzioni nella catena produttiva in modo da ottimizzare le operazioni dei macchinari e attrezzature e rendere le attività più efficienti e meno costose [113].

105. Generix Group ha preso parte, in qualità di fornitore per la logistica, all'implementazione del canale e-commerce del leader della GDO nel Nord Italia, Il Gigante. In particolare, ha scelto il WMS in modalità SaaS (Software as a Service) per gestire la logistica del nuovo canale e-commerce. Il Gigante ha scelto di aprire un *dark store*, cioè un magazzino destinato all'esclusiva gestione delle merci del canale online, a Varallo Pombia, in provincia di Novara. Nella configurazione attuale, i clienti del Gigante ordinano i propri prodotti online ed il loro ordine viene preparato fisicamente nel dark store, che si avvale del software di gestione magazzino di Generix Group. Tale modello consente ai clienti di ordinare non solo prodotti in scatola e i freschi confezionati, ma anche i freschissimi tagliati, pesati e preparati su richiesta (formaggio, pesce, carne). I prodotti a peso/volume fisso vengono preparati direttamente nel dark store, mentre quelli a peso variabile sono preparati al piano inferiore del medesimo edificio, che ospita il punto vendita aperto al pubblico. I clienti delle aree limitrofe hanno poi la possibilità di scegliere tra 7 punti vendita presso cui passare a ritirare il proprio ordine. Entro il termine del 2018 i punti ritiro passeranno a 10 ed al modello click&collect si affiancherà un sistema di consegne a domicilio. Il Gigante impiega il WMS Generix per la preparazione degli ordini dei prodotti confezionati all'interno del dark store, mentre per i prodotti a peso variabile la soluzione integra i dati ricevuti dalle bilance del punto vendita annesso, grazie alla piattaforma di integrazione Generix TradeXpress di cui dispone. L'obiettivo è ottenere una gestione più efficiente delle scorte, azzerando le rotture di stock [114].

106. Il rivenditore di alimentari Kroger collabora con Microsoft per fornire ai clienti il controllo mobile della loro esperienza di acquisto in negozio. Kroger ha sviluppato un sistema di tecnologia intelligente, alimentato da Microsoft Azure e collegato dai sensori di Internet of Things, testato in due negozi pilota situati rispettivamente a Monroe, Ohio e Redmond, Washington, vicino alla sede di ciascuna azienda. Il sistema, che Kroger chiama Retail as a Service (RaaS), utilizza una soluzione di scaffalatura digitale

proprietaria chiamata EDGE (Enhanced Display for Grocery Environment). EDGE sostituisce i tradizionali contrassegni di scaffale con display digitali che forniscono prezzi, promozioni e altre informazioni sui prodotti. Sfruttando le funzionalità di Microsoft Azure, EDGE si conetterà direttamente all'app mobile di Kroger mentre i clienti fanno acquisti. Di conseguenza, i clienti possono avere un'esperienza di vendita guidata in cui gli articoli sulla loro lista della spesa mobile vengono automaticamente identificati dalle immagini sugli scaffali digitali mentre si avvicinano. Inoltre, il progetto pilota include una soluzione che guida digitalmente i dipendenti del negozio alla ricerca di articoli per evadere gli ordini di ritiro e li notifica automaticamente di esaurimento scorte [115].

107. Siemens Mobility lo definisce come il suo primo "digital rail maintenance center", ossia un centro per la manutenzione digitale dei veicoli ferroviari che la casa tedesca realizza e vende in tutto il mondo. Nel suo nuovo centro, che servirà un centinaio di convogli al mese, Siemens Mobility ha deciso di adottare l'Additive Manufacturing FDM di Stratasys in primo luogo per ridurre i tempi di fornitura di pezzi di ricambio senza appesantire il suo magazzino. Con la stampa 3D Siemens può invece realizzare anche un singolo pezzo di ricambio, solo quando richiesto. In questo modo ha ridotto drasticamente i tempi di produzione, passando da sei settimane a 13 ore. Inoltre, vi è la possibilità di migliorare progressivamente la qualità del prodotto finito e di personalizzarlo in base alle esigenze dello specifico intervento. Siemens Mobility ha adottato la stampa 3D anche per produrre attrezzi da lavoro che di norma sono molto complessi da realizzare. L'esempio citato riguarda un connettore che si usa nella manutenzione dei carrelli di un vagone ferroviario, che ha forme specifiche e molto articolate. Ora Siemens stampa questo tipo di connettori in poche ore, secondo necessità e con ampie possibilità di personalizzazione, con l'AM di una resina termoplastica particolarmente resistente [116].

108. AIR-COBOT (Aircraft Inspection enhanced by smaRt & Collaborative rOBOT) è un progetto di ricerca collaborativo con aziende (AKKA Technologies, AIRBUS Group), SME (STERELA, 2MoRO Solutions, M3 SYSTEMS) e istituti di ricerca pubblici (LAAS-CNRS, Armines-EMAC). Il progetto è finanziato dal Fonds Unique Interministériel (FUI) ed è etichettato dal business cluster della Aerospace Valley. Lo scopo è di progettare e configurare un robot mobile collaborativo per l'ispezione degli aeromobili sia prima del decollo, sia durante le fasi di manutenzione. Il robot è in grado

di navigare autonomamente in un ambiente di lavoro e rispettare i protocolli di sicurezza, eseguire test non distruttivi (ispezione visiva e analisi 3D) e comunicare con un operatore umano e il sistema informativo utilizzato per la manutenzione degli aeromobili. Inoltre, ha la capacità di rilevare i difetti più piccoli che potrebbero influenzare il loro volo e la sicurezza dei passeggeri. I risultati dell'ispezione sono registrati per garantire una migliore tracciabilità e le diagnosi vengono proposte indipendentemente [117].

109,110,111,112,113,114. Shell è una major del petrolio che ha scelto la piattaforma RealWear HMT-1Z1 per migliorare la produttività e la sicurezza in molti dei suoi siti. I dispositivi vengono distribuiti tramite Honeywell in 24 siti operativi in 12 paesi, tra cui Stati Uniti, Cina, Russia, India, Germania e Austria. RealWear HMT-1Z1 è un dispositivo a comando vocale a sicurezza intrinseca con un microschermo che mostra un'immagine a un utente come se stesse visualizzando uno schermo da 7 pollici. Shell sta attualmente utilizzando il computer montato sulla testa per l'assistenza remota, consentendo ad un addetto alla manutenzione, ad esempio, di ottenere assistenza in tempo reale tramite una videochiamata. L'esperto all'altro capo della chiamata può essenzialmente vedere attraverso gli occhi del lavoratore in loco e offrire assistenza. In un esempio, un esperto utilizza la realtà aumentata per creare in remoto un disegno che viene visualizzato sullo schermo montato sul lavoratore. Shell ha testato sul campo e implementato 40 dispositivi RealWear HMT-1Z1 in più paesi. Honeywell è il fornitore globale di HMT-1Z1 e fornisce applicazioni software aggiuntive, servizi e conoscenza pratica sul campo. Shell è uno dei primi ad adottare sistemi di AR e VR per impianti e lavoratori. Il passaggio ai wearable e alla realtà mista fa parte della più ampia trasformazione digitale di Shell [118].

115,116. Royal Dutch Shell plc ha selezionato una piattaforma AI da C3 IoT per abilitare e accelerare la trasformazione digitale su scala globale. L'accordo Shell si basa sulla partnership con C3 IoT e Microsoft per accelerare lo sviluppo di applicazioni AI e IoT aziendali. Shell distribuirà la piattaforma C3 IoT su Microsoft Azure per un'ampia gamma di applicazioni AI, iniziando con la manutenzione predittiva per centinaia di migliaia di componenti critici di apparecchiature a livello globale. La piattaforma C3 IoT consente agli sviluppatori e agli analisti di Shell di integrare ed elaborare i dati di Shell in un'immagine di dati unificata e mantenuta aggiornata in tempo reale. Saranno in grado di sviluppare, implementare e gestire rapidamente applicazioni avanzate di AI e IoT su milioni di risorse Shell, sulla catena di approvvigionamento e sui mercati a livello globale [119].

117,118. Intel Corporation e Mitsubishi Electric Corporation hanno collaborato per far avanzare i sistemi di automazione di fabbrica utilizzando la connettività Internet of Things e l'analisi dei BD. Il progetto pilota presso lo stabilimento di produzione Intel in Malesia ha consentito di migliorare i tempi di attività delle apparecchiature, l'aumento della resa e della produttività, la capacità di condurre una manutenzione predittiva e ridurre i guasti dei componenti. Utilizzando un gateway IoT basato su processore Intel Atom denominato C Controller dalla piattaforma iQ di Mitsubishi Electric, Intel è stata in grado di raccogliere e aggregare in modo sicuro i dati per il server di analisi. I dati sono stati quindi elaborati utilizzando il software Revolution R Enterprise di Revolution Analytics, una soluzione software di analisi che utilizza il linguaggio delle statistiche R open source, ospitato su Cloudera Enterprise, la base di un hub di dati aziendali [120].

119,120. Lenovo, una delle più grandi aziende tecnologiche al mondo, ha cercato di utilizzare strumenti di machine learning per aiutare a prevedere i volumi di sell out in Brasile, un mercato emergente primario per la società. Ciò è stato fondamentale per migliorare molti aspetti del business, dalla logistica della supply chain agli sforzi di marketing. La società si proponeva di identificare uno strumento in grado di automatizzare tutte le fasi di modellazione e previsione necessarie per generare previsioni. Il team si è rivolto a DataRobot, partner tecnologico avanzato AWS Partner Network (APN) e AWS ML Competency Partner. DataRobot offre una piattaforma di apprendimento automatico per gli analisti di tutti i livelli di abilità per creare e implementare rapidamente modelli di apprendimento automatico accurati. Eseguendo DataRobot Cloud AWS, gli utenti in tutta l'organizzazione possono costruire modelli di previsione a livello mondiale in pochi minuti. In precedenza, il team Lenovo Brazil selezionava un algoritmo, eseguiva i set di dati eliminati attraverso il modello, lavorava sull'ottimizzazione dei parametri, riquilibrava il modello, lo segnava e lo aggiustava per migliorarne l'accuratezza. Usando DataRobot, il team è stato in grado di automatizzare e accelerare il suo precedente processo di creazione di modelli. Con previsioni di volumi di sell-out accurati fino a quattro settimane prima, il team Lenovo Brazil può collaborare con le parti interessate di Lenovo e i rivenditori locali brasiliani per definire le azioni nel momento opportuno, evitando la mancanza o l'eccesso di inventario. Raggiungere un migliore equilibrio tra offerta e domanda migliora i profitti sia per Lenovo che per i rivenditori partecipanti in Brasile [121].

121. Nel 2018, Microsoft Research Asia (MSRA), braccio di ricerca di livello mondiale di Microsoft e Orient Overseas Container Line Limited (OOCL) hanno annunciato la loro collaborazione nell'applicare la ricerca sull'intelligenza artificiale per migliorare le operazioni di rete e raggiungere efficienze all'interno dell'industria delle spedizioni. La collaborazione dovrebbe nutrire oltre 200 sviluppatori di AI nei prossimi 12 mesi. OOCL è sempre stata un pioniere nell'affrontare la tecnologia per ottenere un reale impatto sul business e accelerare il valore del cliente. La società ha completamente abbracciato un'infrastruttura cloud ibrida con auto-switching e auto-ridimensionamento in tutte le sue attività e apprendimento automatico per diversi anni. Ad esempio, OOCL elabora e analizza oltre 30 milioni di dati nave ogni mese. Sfruttando la tecnologia AI e l'apprendimento automatico, l'azienda sviluppa analisi predittive sugli orari delle navi e sulle attività di ormeggio [122].

122. Alla fine di settembre 2016 è stata inaugurata la prima Smart Factory Audi presso San José Chiapa, Messico. Si tratta di un'autentica rivoluzione che coinvolge l'intero processo produttivo esplorando le frontiere più avanzate delle tecnologie al servizio dell'attività industriale e della relativa logistica. La fabbrica digitalizzata trova la sua espressione più significativa nel dispiegamento di antenne RFID che sovrintendono alla movimentazione delle merci verso la fabbrica e al suo interno. Qui i carrelli intelligenti, sviluppati ad hoc, trasportano parti e componenti muovendosi in piena autonomia e con assoluta precisione per assecondare con efficiente puntualità le esigenze della produzione, sotto l'occhio attento dei computer e dei monitor del centro di gestione che rappresenta il cuore e il cervello di tutto l'impianto. Una visione della fabbrica 4.0 secondo Audi che dice addio alla tradizionale linea di montaggio, a vantaggio di una soluzione più flessibile, adatta a soddisfare le crescenti esigenze di personalizzazione delle vetture: una serie di stazioni di assemblaggio disposte in parallelo, verso le quali le scocche si indirizzano scegliendo la postazione più libera, piuttosto che quella più confacente in base alle specifiche dotazioni richieste dal cliente [123].

123. Nello stabilimento Audi (2017) ad Ingolstadt, l'impianto produttivo più grande di tutto il gruppo, il personale addetto alla logistica sta utilizzando il guanto intelligente ProGlove per quanto riguarda le operazioni di scansione di barcode. In questo modo, essi hanno entrambe le mani libere e possono lavorare più comodamente. Lo smart glove in questione è una cosiddetta tecnologia indossabile, che consente di sostituire o affiancare i lettori di codici a barre convenzionali nei luoghi di lavoro selezionati. Il personale attiva

la funzione di scansione incorporato nel guanto premendo il pollice e l'indice. Non hanno bisogno di concentrarsi sul codice a barre, poiché la scansione è integrata nel movimento naturale della mano. Attraverso delle segnalazioni ottiche (luce LED), acustiche (buzzer) e tattili (vibrazione) gli operatori ricevono un feedback che l'oggetto selezionato è stato sottoposto ad una corretta scansione. Lo scanner comunica con l'unità di ricezione via radio. Questo punto di accesso è collegato tramite USB o con una porta seriale standard. Non è necessario nessun altro software aggiuntivo. La batteria è progettata per la durata di un turno di lavoro e può essere completamente ricaricata in sole due ore [124].

124. Auchan Retail utilizza la tecnologia blockchain per migliorare la tracciabilità dei prodotti lungo le sue catene di fornitura. I primi test in Vietnam, insieme a Te-Food, una start-up tedesca, si sono dimostrati un successo. Ora è in fase di lancio in Francia, Italia, Spagna, Portogallo e Senegal. La tecnologia blockchain è utilizzata da tutti i partecipanti coinvolti nelle varie fasi della vita di un prodotto, dal momento in cui un seme viene fornito da un produttore di sementi fino al momento in cui un prodotto raggiunge il piatto. Ogni produttore, trasformatore, operatore logistico e distributore registra tutte le informazioni rilevanti sul prodotto su un'unica piattaforma, garantendo così la tracciabilità da un capo all'altro della catena di fornitura. Quando il prodotto arriva in negozio, i clienti possono accedere immediatamente a tutte queste informazioni attraverso la scansione di un codice QR stampato sull'etichetta del prodotto. I consumatori sono ora consapevoli dell'origine e del percorso preciso dei prodotti che consumano, in modo del tutto trasparente. Tutti i partecipanti alla catena di fornitura possono garantire in modo affidabile che ogni articolo sia della massima qualità. I test sono iniziati in Vietnam nel 2017, insieme a Te-Food, utilizzando una soluzione a catena di blocco pubblico nota come FoodChain. La soluzione è stata completamente implementata con tre interfacce: uno strumento di gestione dell'inventario che consente alle autorità locali competenti di verificare l'emissione di certificati da parte delle aziende agricole, un'applicazione B2B attraverso la quale i vari operatori della catena logistica possono fornire i dati di tracciabilità del prodotto, e un'applicazione B2C che consente ai consumatori di accedere alle informazioni sul ciclo di vita del prodotto fino al punto di arrivo al punto vendita. Lanciato nell'ambito di un progetto governativo a Ho Chi Minh City, il test realizzato da Auchan Retail Vietnam è stato un grande successo. Attualmente viene utilizzato su 18.000 maiali, 200.000 polli e 2,5 milioni di uova, e sarà presto utilizzato per melanzane, mango e durian (un frutto esotico popolare in Asia) [125].