

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI VERONA
SCUOLA DI ECONOMIA E MANAGEMENT

Corso di Laurea magistrale in
Management e strategia d'impresa

**Industria 4.0: origini e possibilità
d'implementazione
nelle aziende italiane.
Analisi di alcuni casi aziendali**

Relatore
Ch.mo Prof.
Andrea Chiarini

Laureando
Alessandro Rossi
Matricola VR446189

Correlatore
Dott. Nicola Cobelli

Anno Accademico 2020/21

Indice

1. Introduzione	pag. 1
2. Fondamenti teorici	pag. 3
2.1 Origine e definizione	pag. 3
2.2 Tecnologie	pag. 5
2.2.1 MES	pag. 6
2.2.2 RFID	pag. 10
2.2.3 IIOT	pag. 11
2.2.4 IA	pag. 12
2.2.5 Big Data Analytics	pag. 13
2.2.6 AR e VR	pag. 14
2.2.7 Cobot e robot industriali	pag. 16
2.2.8 Stampa 3D	pag. 17
2.2.9 Veicoli autonomi AGV e AMR	pag. 18

2.2.10 Blockchain	pag. 19
2.3 Implicazioni Industriali	pag. 21
2.4 Implicazioni Manageriali	pag. 22
2.4.1 Capacità gestionali	pag. 26
2.4.2 L'Innovation e Temporary manager	pag. 30
2.4.3 Riflessioni finali	pag. 37
3. Analisi Mercato industria 4.0	pag. 38
3.1 Presentazione scenario attuale	pag. 38
3.2 Ostacoli e opportunità industria 4.0	pag. 41
3.3 Piano transizione 4.0	pag. 43
3.4 Previsioni future	pag. 44
3.5 Effetti sui modelli di business	pag. 45
3.6 Mercati applicazioni principali 4.0	pag. 53
3.6.1 IIOT	pag. 54

3.6.2 AMR	pag. 55
3.6.3 MES	pag. 55
3.6.4 RFID	pag. 57
3.6.5 Cobot	pag. 58
3.6.6 IA	pag. 62
4. Analisi dati interviste e questionario online	pag. 65
4.1 Interviste e questionari	pag. 65
4.1.1 GraficaSette & Sevenmedia	pag. 65
4.1.2 Plumake SRL	pag. 66
4.1.3 Fratelli Poli SRL	pag. 68
4.1.4 Fine Foods SPA	pag. 69
4.1.5 Cosberg SPA	pag. 72
4.1.6 Breton SPA	pag. 73
4.1.7 Presentazione e analisi questionari	pag. 75

4.2 Analisi interviste

pag. 77

5. Conclusioni

pag. 85

6. Ringraziamenti

pag. 88

7. Bibliografia

pag. 89

8. Sitografia

pag.98

Introduzione

La tesi, come accennato nel titolo, ha un tema molto tecnico e “ingegneristico” a primo impatto: l’industria 4.0. È in parte vero ma questo concetto racchiude al suo interno molti aspetti economici che verranno analizzati all’interno dei prossimi capitoli. Tali aspetti li ho scoperti durante le lezioni del corso di “Leadership e Innovation Management” tenuto dal mio relatore, professor Chiarini, che mi ha trasmesso il suo interesse per questo tema, per me molto affascinante. Il motivo per cui ho voluto incentrare la tesi su questo fenomeno è la sua spiccata trasversalità e multidisciplinarietà in diversi ambiti. Ciò mi ha dato l’occasione di apprendere nuovi concetti e competenze poco sviluppate durante il mio percorso di studi precedente focalizzato sulla dimensione prettamente economica. Lo scopo della tesi è comprendere: quali conseguenze economiche porta questa nuova rivoluzione all’interno delle aziende, quali competenze sono necessarie alle imprese per implementare tali tecnologie, quali difficoltà e ostacoli hanno affrontato nel processo d’implementazione e l’utilità del supporto che possono apportare i consulenti esterni in tale processo. Tutto ciò sarà analizzato nelle prossime pagine.

La tesi è composta da tre capitoli:

- ✓ Il primo tratta della dimensione storica prima e dopo teorica dell’industria 4.0, con una breve spiegazione di ogni tecnologia caratterizzante la quarta rivoluzione industriale. Poi si argomentano le conseguenze che comporta quest’innovazione di processo nelle imprese industriali, nell’organizzazione del lavoro, nelle competenze richieste ritenute indispensabili per gestire e padroneggiare le tecnologie. Inoltre è presente un approfondimento sul ruolo dei consulenti nell’innovazione delle imprese con la figura del

temporary manager grazie all'intervista di Ivano Mariotti ex-dirigente d'azienda con una pluriennale esperienza in diversi settori e business.

- ✓ Il secondo si compone di un'analisi dettagliata di vari livelli: di scenario generale, particolare per le opportunità derivanti dalle applicazioni 4.0 considerate più interessanti con le statistiche che si riferiscono al presente e con le previsioni future di ogni tecnologia tratte da fonti autorevoli. Oltre alle analisi sono presenti le principali conseguenze dell'industria 4.0 sui modelli di business e una breve trattazione degli incentivi fiscali legati al piano di transizione 4.0 varati dall'attuale governo.
- ✓ Il terzo è composto dai questionari anonimi somministrati tramite una survey via web e dalle interviste che ho svolto di persona recandomi nelle imprese disponibili. Rappresenta la parte maggiormente concreta della tesi finalizzata ad analizzare quanto nella pratica si sta verificando la quarta rivoluzione industriale tramite domande inerenti a tutti gli aspetti dell'industria 4.0: implementazione, motivazioni dell'introduzione in azienda, conseguenze ed effetti prodotti sia dal punto di vista organizzativo sia economico, aspetti culturali e previsioni future. Le imprese intervistate, di varie dimensioni e con caratteristiche molto diverse tra loro, hanno sede in Lombardia e Veneto.

Fondamenti teorici

Origine e definizione

La quarta rivoluzione industriale promette un paradigma nuovo e molteplice nell'industria manifatturiera. Questo capitolo ha l'obiettivo di spiegare al meglio tutte le sue sfaccettature e comprendere i cambiamenti verso l'industria 4.0. Più particolarmente si tratta di una transizione del sistema produttivo verso l'AMT "Advanced Manufacturing Technologies". Ogni rivoluzione industriale è stata caratterizzata da nuove tecnologie e la quarta non fa eccezione. La convergenza dell'industria manifatturiera, informatica e di comunicazione è uno dei temi più attuali della nostra epoca. La discussione è iniziata in Germania nel mondo accademico circa dal 2010. Infatti il governo tedesco è stato il primo a sviluppare un piano strategico sull'industria 4.0 portando il tema al centro dell'interesse dell'opinione pubblica durante conferenze e lezioni accademiche oltre che all'interno di articoli. L'interesse verso il tema da parte delle imprese ha due ragioni preminenti: primo non era mai successo prima che una rivoluzione industriale fosse predetta in anticipo e non a posteriori, secondo l'impatto economico di questa rivoluzione è rilevante perché prevede l'incremento di efficacia delle operazioni e attività di sviluppo di nuovi modelli di business, servizi e prodotti. Con l'avvento di questo fenomeno è diventata una priorità, per molti centri di ricerca, università e imprese, il contributo degli accademici che hanno compreso come poter concretizzare l'industria 4.0. Questo apporto aveva lo scopo di descrivere: visioni, tecnologie e scenari. Il risultato fu un'accettazione del concetto di industria 4.0 pur continuando a persistere delle difficoltà di comprensione della portata del cambiamento in atto da parte dei top manager delle imprese. Ciò rappresenta un freno all'adozione e alla transizione verso i nuovi modi di produzione e gestione industriali per l'identificazione delle azioni da implementare per aumentare l'efficienza. I decisori aziendali, nei momenti più complessi, vanno affiancati da consulenti o esperti per raggiungere lo scopo di approntare le soluzioni più adeguate al raggiungimento degli obiettivi

prefissati in maniera concreta. Questa rivoluzione è stata preceduta da altre tre rivoluzioni industriali nella storia. La prima fu l'introduzione della produzione meccanica iniziata nella seconda metà del diciottesimo secolo e si intensificò nel diciannovesimo. La seconda iniziò dal 1870 circa con l'avvento dell'elettricità e della divisione del lavoro (Taylorismo). La terza è chiamata la rivoluzione digitale, prese piede all'inizio degli anni settanta del secolo scorso, quando ci fu un progresso nelle tecnologie ICT (Information Communication Technology) in grado di automatizzare i processi produttivi.

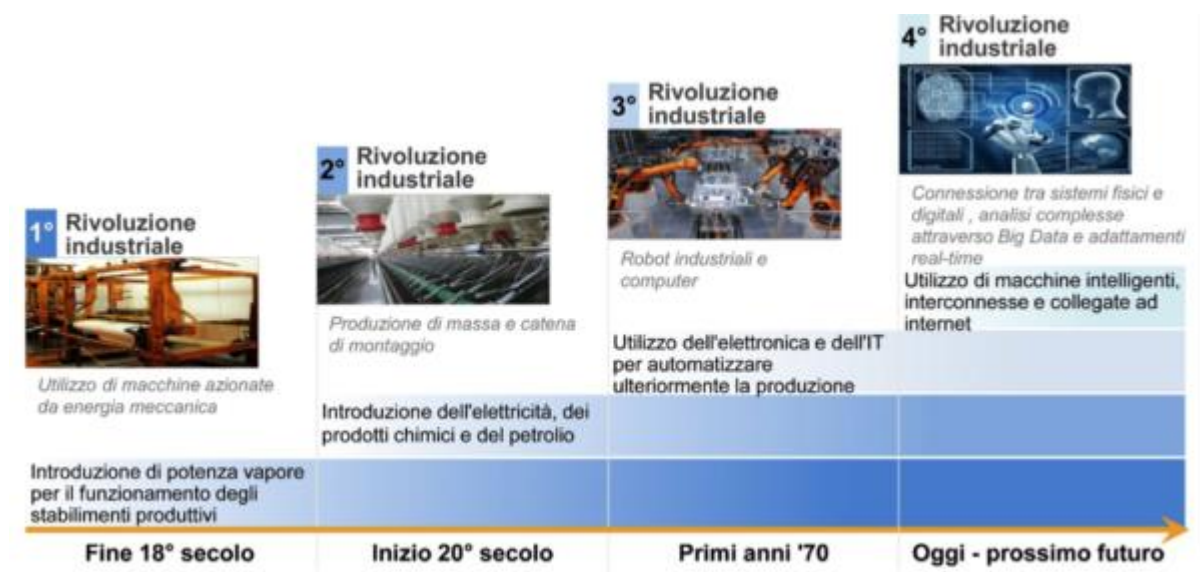


Fig. 1 "Le quattro rivoluzioni industriali". Fonte <https://ricominciada4.fondirigenti.it/industria-4-0-strategia-scenari-innovazione/>

Da qui ecco l'origine del termine industria 4.0 che fu coniato a partire dal 2011 grazie a un'associazione tedesca di rappresentanti politici, economici e accademici per supportare le nuove idee e concetti di cambiamento con lo scopo di aumentare la competitività e forza del sistema manifatturiero tedesco perché l'industria 4.0 è "Un fondamentale miglioramento dei processi industriali di produzione, ingegnerizzazione, dell'utilizzo dei materiali, logistica e fine vita dei

prodotti”¹. Questo grazie alla comunicazione tra persone, macchine e risorse. La chiave della transizione è passare da un controllo centralizzato a uno decentralizzato del processo produttivo. I prodotti “smart” cioè intelligenti conoscono la loro produzione, il loro stato e l’obiettivo per cui sono realizzati, inoltre i macchinari attraverso le istruzioni ricevute, possono avere un maggior livello di performance degli ordini ricevuti a beneficio dei processi a valle. Ad oggi molti governi supportano programmi volti a incentivare l’industria 4.0 per migliorare la produttività del sistema industriale e favorire l’innovazione. In Italia tuttora è presente un credito d’imposta per l’investimento di beni legati all’industria 4.0.

Tecnologie

Le innovazioni tecnologiche dell’implementazione dell’industria 4.0 sono potenzialmente un supporto decisionale molto rilevante per le imprese con l’obiettivo di rendere più automatizzato il processo del decision-making. Le nuove opportunità accumulano e analizzano i dati da prodotti e processi, queste sono in grado di generare profitti per la logistica. Il management può basare le proprie decisioni sui dati raccolti perché efficaci sulla situazione reale dello stabilimento di produzione. Inoltre è possibile permettere la presa di decisione automatica rispetto ai ERP (enterprise resource program) tradizionali

1 Fonte BIBBY L., DEHE B., “Defining and Assessing Industry 4.0 Maturity Levels-Case of Defence Sector”, Production Planning & Control

in cui l’apporto umano è sempre presente. Al contrario queste tecnologie permettono l’introduzione di: IA (intelligenza artificiale), AR (realtà aumentata),

VR (realtà virtuale) nelle imprese. È prevista una nuova modalità di supporto decisionale e decision-making.

MES (manufacturing execution system)

L'industria 4.0 presuppone la fine del sistema centralizzato di applicazioni per il controllo della produzione. La visione delle "smart factories" prevede la gestione intelligente, autonoma degli stabilimenti industriali completamente decentralizzata. Ciò per soddisfare al meglio le esigenze dei clienti tramite una spiccata personalizzazione dei prodotti. Questa avviene con: stampanti 3D, IoT (internet of things), Cloud computing, smartphone e big data oltre ad altre tecnologie completamente nuove per l'ambiente attuale. Tutte queste componenti sono gestite tramite un software MES indispensabile per la transizione dell'industria. "Il MES è un perno fondamentale per migliorare le performance, qualità e agilità necessarie per affrontare le sfide create dalla globalizzazione dei mercati²", è indispensabile per compiere la quarta rivoluzione industriale con le sfide che comporta. Il MES è formato da quattro pilastri principali da considerare:

1. La decentralizzazione è uno degli aspetti da chiarire al meglio, implica non solo un aspetto fisico ma anche logico. Significa che con impianti sempre più intelligenti la capacità d'identificazione e connessione con il sistema centrale di situazione reale e stato è totale. Infatti la potenza del cloud computing, di cui parleremo più avanti, permette al sistema

2 Fonte FRANK A.G., DALENOGARE L.S., AYALA N.F., "Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies", International Journal of Production Economics, 2019, Vol. 210 No. 1, pp. 15-26, Elsevier B.V

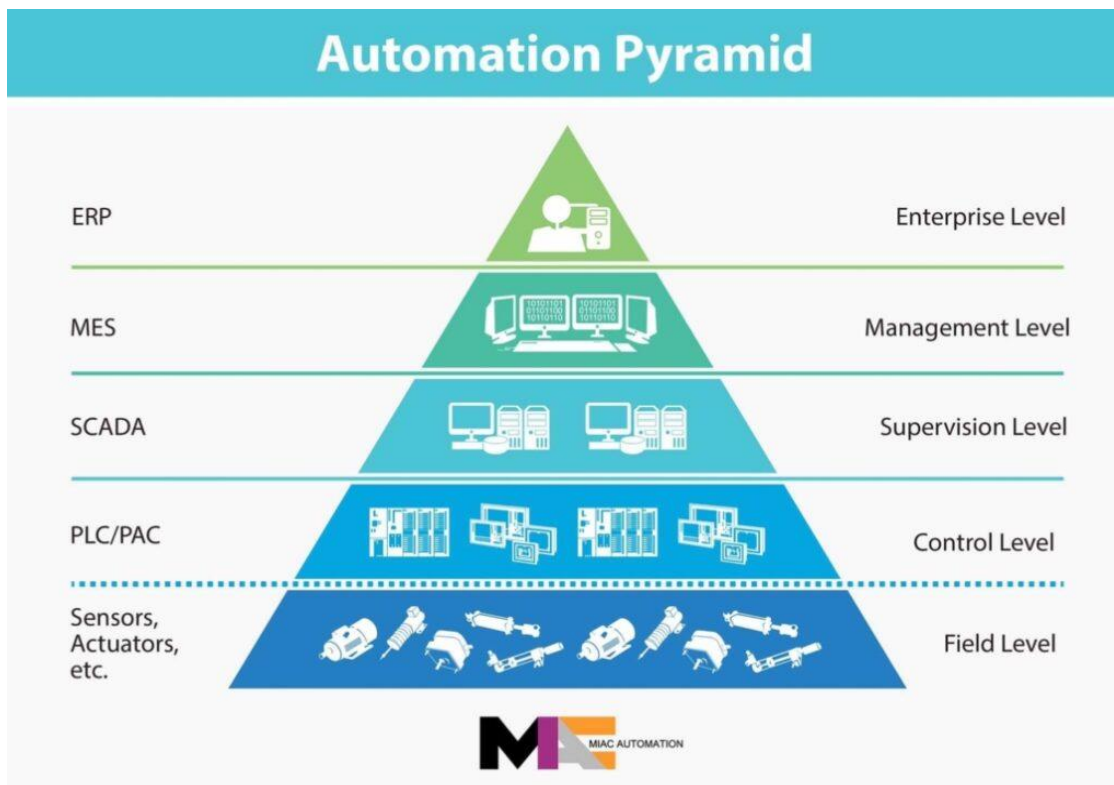


Fig.2 "La piramide dell'automazione". Fonte <https://www.aseconomia.it/2020/11/19/mes-4-0-il-software-dellindustria-4-0>

centralizzato una immediata disponibilità d'informazioni in tempo reale. In ogni caso la decentralizzazione è presente dato che il MES è composto da più moduli controllati da diversi responsabili con diversi obiettivi. Ad esempio tramite sensori gli impianti conoscono il loro stato, condizione, manutenzione, capacità, set-up. Le operazioni logistiche rappresentano un collegamento tra i materiali da lavorare e risorse per il processo di trasformazione dei materiali. Il primo è il servizio clienti, in seguito ai fornitori. Poi c'è la risoluzione dei problemi di realizzazione di prodotti unici in base alle richieste del cliente. Quando ci sono necessità particolari su caratteristiche dei prodotti bisogna avere buone capacità di adattamento al contesto dinamico per cambiare il processo produttivo per raggiungere i target prefissati del cliente. Infine, i prodotti smart devono recepire le nuove modifiche per soddisfare le richieste. Nel momento di utilizzo le

risorse vanno trasferite ai prodotti o processi per migliorare le performance.

2. L'integrazione verticale è presente nella catena della supply chain per implementare tra loro diversi processi con un controllo e svolgimento appropriato per garantire le loro performance. Tutti i servizi offerti dalle diverse tecnologie vanno integrati tra loro nei processi di business, questa attività può essere più o meno complessa a seconda dell'impresa che la intraprende perché interessa la totalità delle operazioni aziendali (controllo qualità, logistica, produzione ecc...). Il MES ha la funzione di unire tramite la propria modularità attività e processi molto diversi tra loro. Grazie a ciò è interoperabile da tutte le persone coinvolte in processi diversi in modo decentralizzato che utilizzano prodotti e materiali "smart". Un esempio è la gestione delle manutenzioni, spesso centralizzate che consiste in una serie di servizi che ogni impianto può utilizzare.
3. La connettività negli stabilimenti può essere considerata difficile da raggiungere, in realtà è una delle chiavi del MES. È un aspetto totalmente nuovo che permette, con gli strumenti innovativi, una connessione in tempo reale tra i componenti che svolgono le varie operazioni industriali. Le produzioni più avanzate tecnologicamente già prevedevano una connessione immediata e continua tra i macchinari. Questa connessione è possibile tramite RFID, sensori di cui parleremo più avanti, installati sugli impianti consentono una comunicazione bi-direzionale con il MES al quale fornisce dati, report e segnalazione di problemi. L'industria 4.0 prevede un'importante miglioramento tecnologico per le manifatture che prevede più livelli. Da un lato la passiva identificazione dei segnali è sempre più affidabile, consente di mantenere sotto controllo la condizione di processi, materiali e prodotti grazie alla comunicazione con il MES. Dall'altro lato l'IoT (Internet of Things) o IIoT (Industrial Internet of things), rendono conveniente la connessione in tempo reale con il MES. Inoltre dal punto di

vista operativo la connettività è rivolta a più interfacce e adattabile a esigenze diverse. Infatti il MES prevede più moduli specializzati in diverse funzioni produttive con lo scopo di realizzare la combinazione ottimale per ogni impresa. Questa combinazione con i dispositivi mobile incrementa l'affidabilità e convenienza del sistema perché offre la visione in tempo reale della situazione grazie alle innovazioni che analizzeremo come stampa 3D, AR, VR. Queste creano un vantaggio nell'identificazione e localizzazione dei materiali per lo svolgimento delle attività.

4. Il cloud computing e l'analisi avanzata sono l'ultimo componente principale del MES. Permettono un'elevata capacità di calcolo di grandi quantità di dati in tempi rapidi. Sono fondamentali per la fabbrica autonoma e intelligente che ci sarà nei prossimi anni. Rende possibile una visione olistica dello stabilimento e dei suoi processi. Le analisi avanzate permettono una comprensione esaustiva delle performance delle diverse attività e aiutano a incrementarle con la progettazione di azioni correttive. Le analisi sono di due tipi: la prima tratta l'utilizzo di strumenti statistici complessi e necessita di una base di dati strutturata per funzionare, di solito presente nei database aziendali anche se presenti in forma non strutturata, quindi difficili da analizzare con i modelli statistici più semplici. La seconda prevede lo svolgimento di attività in anticipo e più rapidamente possibile, ciò richiede tecniche complesse e alta capacità di calcolo. Inoltre è possibile permettere la transizione anche ai servizi di base delle produzioni manifatturiere grazie al collegamento tra clienti, produttori e fornitori. Il sistema è in grado di analizzare le richieste e proporre soluzioni ai problemi emersi di vario tipo come nel packaging, design, testing o produzione. Questa connessione permette di migliorare la capacità di utilizzare al meglio le risorse. Entrambi i fattori esterni e interni della logistica possono essere ottimizzati basandosi sulle richieste della produzione.

RFID (sensori d'identificazione a radio frequenza)

È una tecnologia che consente la trasmissione di dati al MES rispetto a dove sono installati (ad esempio la posizione dei materiali nel magazzino). Oppure può fornire informazioni in merito ai WIP (prodotti in lavorazione) per identificare eventuali sprechi, calcolare il takt time e la capacità di produzione. Il sistema prevede lo sviluppo di: un lettore di RFID, un database e un software per analizzare i dati in tempo reale. Spesso è utilizzato in imprese del settore dell'automotive, dell'energia in cui c'è domanda di gestione di processi operativi. Ad esempio in imprese automobilistiche sono installate nelle celle di assemblaggio per rimanere al ritmo del takt time. Nel settore energetico per calcolare le inefficienze e sprechi e cercare di predirli nel budget. Ovviamente in questo compito anche l'IoT svolge un ruolo importante nella connessione tra entrambi gli strumenti sono largamente utilizzati nelle imprese e creano benefici in termini d'efficienza e velocità dei processi. Infatti, implementano i principi della Lean che fa della riduzione degli sprechi uno dei cardini fondamentali delle attività delle imprese. Ovviamente per rendere funzionali gli RFID è necessario avere un robusto sistema informatico con un'elevata automazione delle operazioni per gestire i dati ricevuti dai sensori in modo tempestivo e garantire la flessibilità necessaria per raggiungere gli obiettivi previsti dall'impresa.

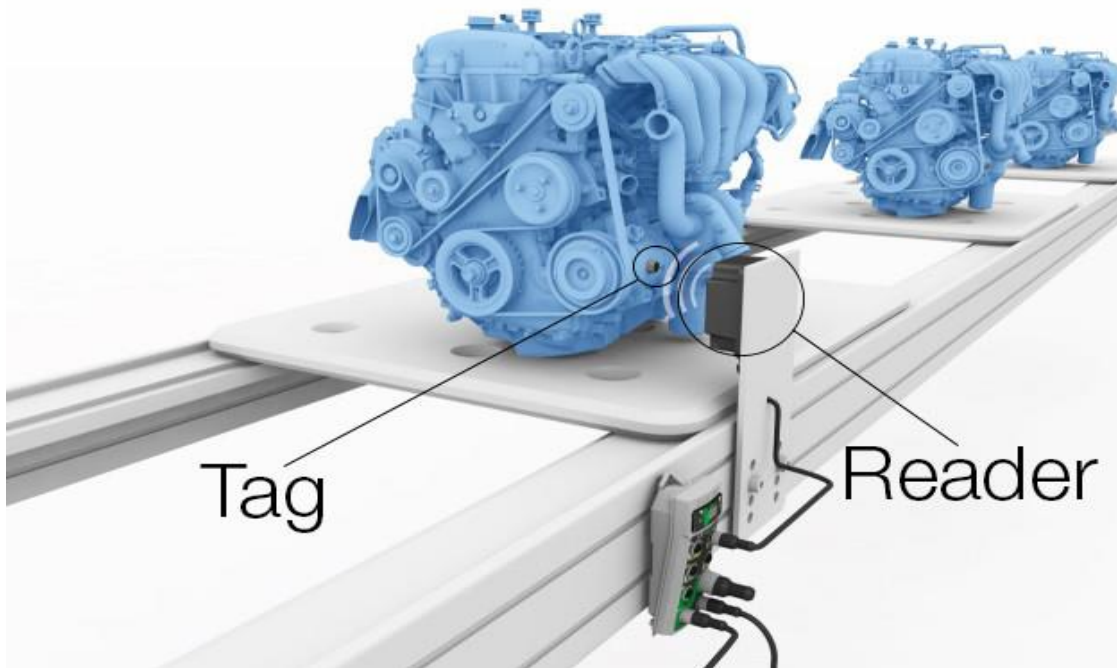


Fig.3 "Esempio di RFID nel settore automotive". Fonte <https://www.idnova.it/soluzioni-rfid/automotive>

IIOT (industrial internet of things)

"L' Industrial Internet of Things rende possibile creare network per rendere le fabbriche ambienti smart³". Quindi è una delle chiavi dell'industria 4.0 perché rende possibile, con l'introduzione del nuovo protocollo di internet, la disponibilità di reti, risorse, informazioni, oggetti e persone. Secondo Hermann è una cooperazione con ogni schema unico d'informazione perché rendono il collegamento (combinati con gli RFID) tra oggetti reale, inoltre con il progresso tecnologico questa capacità sarà sempre maggiore. Le implicazioni per la gestione dei processi sono molto rilevanti. C'è la possibilità di collegare i dati

³ Fonte NOLIN J., OLSON N., WANG P., "The internet of things and convenience", Internet Res. 26 (2) 360–376, 2016, Emerald Group Publishing Limited

provenienti da prodotti, impianti e ambiente. Queste consentono analisi sempre più sofisticate per supportare il processo decisionale. La disponibilità di know-how e conoscenze è incredibilmente aumentata creando opportunità di miglioramento dei processi e prevenzione di errori o problemi facilitando il processo produttivo.

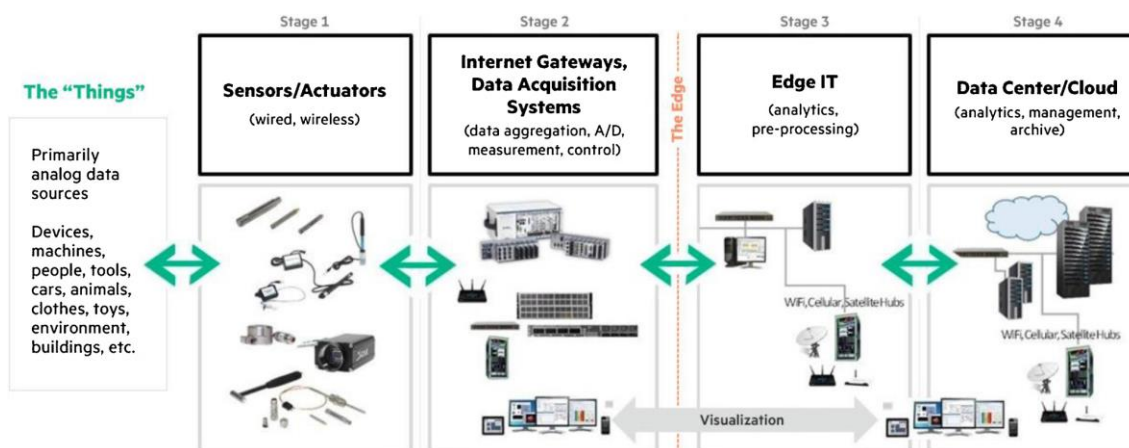


Fig. 4 IoT “The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework Hugh Boyes, Bil Hallaq, Joe Cunningham, Tim Watson”

IA (intelligenza artificiale)

“L’intelligenza artificiale è composta da algoritmi in grado di compiere le operazioni che svolge un cervello umano⁴”. Questi algoritmi sfruttano la potenza di calcolo del Cloud computing vista in precedenza. Ce ne sono di due tipi: supervisionato quindi allenato da un essere umano con la raccolta di una serie di dati reali, con la necessità di un dataset che richiede tempo per creare un modello statistico usato per le manutenzioni, sicurezza operatori,

4 Fonte KOLBERG D., KNOBLOCH J., ZÜHLKE D., “Towards a Lean Automation Interface for Workstations”, International Journal of Production Research 55 (10): 2845–2856, 2017, Taylor & Francis

riconoscimento biometrico (regressione); oppure non supervisionato con dati non etichettati che classifica secondo un proprio modello computazionale. Sono utilizzati negli Analytics per vari compiti: segmentazione, marketing ecc... Invece il deep learning si basa su neuroni artificiali ed è l'ultima frontiera di IA con l'imitazione del cervello umano con il risultato di analisi per riconoscere persone e fenomeni. Richiede un'enormità di dati come i Big Data a differenza del machine learning. È un supporto molto importante al processo decisionale automatizzato senza l'intervento umano. La loro implementazione ha un forte impatto sulla produttività e qualità dei prodotti.

Big data analytics

Una delle conseguenze dell'implementazione dei vari strumenti dell'industria 4.0 è la produzione e analisi di quantità di dati sempre



Fig.5 "Le 4V dei big data". Fonte

https://www2.microstrategy.com/producthelp/10.4/WebUser/WebHelp/Lang_1040/Content/mstr_big_data.htm

maggiori caratterizzati da cinque caratteristiche: la quantità, la velocità di creazione e analisi, la varietà e il valore. I big data analytics permettono l'analisi in tempi rapidi di enormi moli di dati. Infatti, sono difficili da gestire. Vengono utilizzati per calcolare l'OEE (Overall Equipment Effectiveness) in tempo reale come guasti, temperatura ecc... Oppure dati ambientali come gestione rifiuti. Nel processo decisionale il management nel contesto attuale si basa sempre di più sui dati anziché sull'istinto. La capacità d'elaborazione dei dati è chiave per prendere le decisioni migliori per l'impresa. Infatti i big data si definiscono come "Un insieme di dati e tecnologie annesse per accedere, integrare, elaborare tutte le informazioni disponibili grazie ai filtri, ricerche e report non disponibili con le metodologie precedenti⁵". I big data si differenziano dagli analytics per il diverso processo di elaborazione dei dati con una maggior velocità. Quindi hanno potenzialità d'utilizzo molto ampie dalla produzione alla supply chain.

AR e VR (realtà aumentata e virtuale)

AR e VR stanno per realtà aumentata e virtuale, nella prima gli oggetti sono reali con l'aggiunta di dati e informazioni come istruzioni, gli occhiali 3D. Per funzionare sono necessarie interfacce umane di tipo smart (SHI) come tablet, occhiali 3D ecc... Funzionano con app e geolocalizzazione. La seconda crea un'ambiente totalmente virtuale. La prima è utile per la manutenzione, logistica, produzione e formazione degli operatori.

5 Fonte FRANK A.G., DALENOGARE L.S., AYALA N.F., "Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies", International Journal of Production Economics, 2019, Vol. 210 No. 1, pp. 15-26, Elsevier B.V

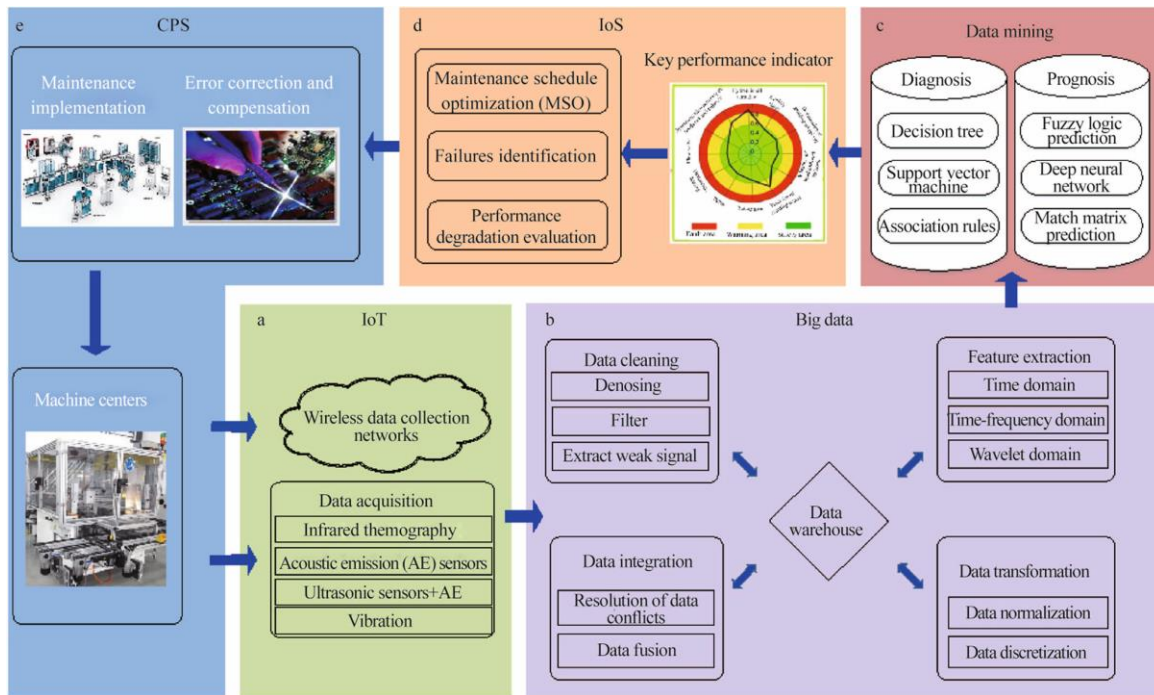


Fig.6 "Integrazione nell'industria 4.0." Fonte:" Intelligent predictive maintenance for fault diagnosis and prognosis in machine centers: Industry 4.0 scenario Zhe Li, Yi Wang, Ke-Sheng Wang"

L'AR combina la realtà con elementi virtuali con lo scopo di assistere gli operatori nelle loro mansioni come potrebbe essere il picking dei prodotti nei magazzini, oppure l'assemblaggio dei prodotti. Queste tecnologie permettono, grazie alla loro integrazione, di assistere gli operatori nell'ambiente di lavoro per ridurre gli sprechi e aumentare le performance nelle varie operazioni.

Cobot e robot industriali

“I Cobot sono una tecnologia del 1995. Rappresentano i robot collaborativi utili per le attività labour intensive, di nuova generazione e sicuri per gli operatori⁶”. Al contrario la vecchia generazione di robot era molto più pericolosa e costosa: venivano collocati all'interno di gabbie per i movimenti veloci di pesi rilevanti come applicazione della mass production, richiedevano un investimento di circa 200 mila euro. Invece i Cobot hanno movimenti lenti, flessibili, facili da programmare per nuove mansioni, capacità di carico limitata (30/40kg), sensori sensibili al contatto fisico perché rallentano e si fermano, sono personalizzabili a seconda dell'attività anche tramite strumenti informatici come i tablet. Sicuramente conviveranno insieme per le applicazioni diverse. Sono usati per attività di: pick and place cioè spostare utensili, ripetitive di processo, rifinitura come carteggi, controllo qualità, packaging, controllo macchine. Sono tutte attività che possono creare stress psicologici o problemi di sicurezza agli operatori. Gli obiettivi principali dei robot e cobot sono aumentare la produttività, qualità, sicurezza della postazione di lavoro e ridurre il tempo ciclo delle lavorazioni. Quindi il loro utilizzo ha grandi impatti sul processo produttivo. L'automazione può essere considerata uno dei maggiori trend della quarta rivoluzione industriale con l'applicazione di macchinari completamente autonomi anche grazie al sempre minor costo dei robot e cobot. Inoltre nel tempo le loro capacità sono migliorate sensibilmente con l'introduzione dei cobot supportando una maggior integrazione tra cobot e operatori.

6 Fonte CAGLIANO R., CANTERINO F., LONGONI A., BARTEZZAGHI E., *"The interplay between smart manufacturing technologies and work organization"*, International journal of operations & production management, 2019, Vol.39 (6/7/8), p.913-934, Emerald Publishing Limited

Stampa 3D

La stampa 3D è la realizzazione di oggetti tridimensionali tramite appositi macchinari. Si utilizza non solo in fase di produzione ma anche in progettazione e prototipizzazione utili a capire le esigenze dei clienti.

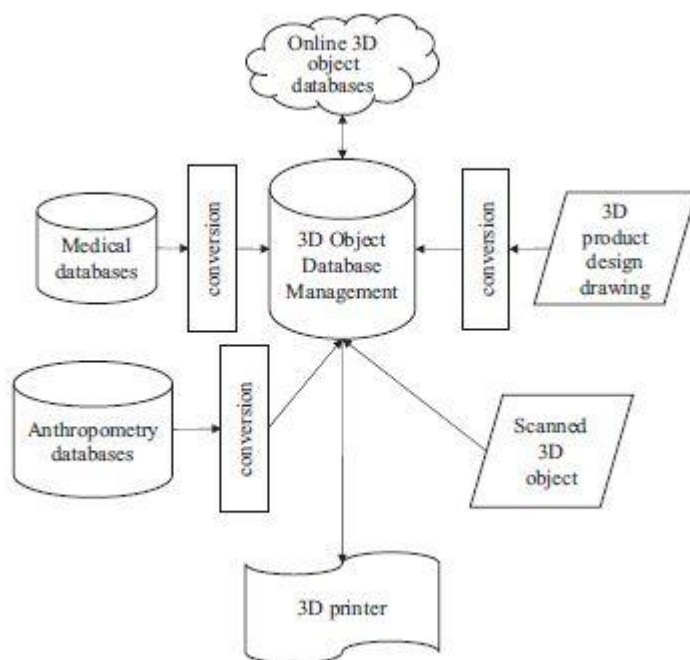


Fig.7 Stampa 3D "Feasibility Evaluation and Optimization of a Smart Manufacturing System Based on 3D Printing: A Review" Toly Chen, Yu-Cheng Lin

Inoltre, aumenta la customizzazione dei prodotti. Attualmente stampano con molti materiali e ultimamente sono stati utilizzati anche i metalli in alcuni esperimenti. Permette di elaborare file e produce pezzi con geometrie diverse in poco tempo. Con le stampanti additive c'è massima personalizzazione, possibilità

di produrre ricambi, veloce prototipizzazione, riduzione sprechi. Hanno problemi nel produrre volumi medio/alti, non sono adatte a alcuni materiali e a basse tolleranze quindi a prodotti caratterizzati da standard elevati di precisione.

Veicoli autonomi AGV e AMR

I veicoli autonomi sono di due tipologie: tradizionali AGV nati negli anni '80, poi con l'industria 4.0 sono stati introdotti gli AMR (robot autonomi mobili). Quest'ultimi possono sostituire gli AGV rispetto ai vecchi robot. Gli AGV utilizzati in molte aziende sono autonomi fino a un certo punto perché hanno bisogno di un binario, di solito sono: filo guidati (binario sul pavimento con striscia adesiva) oppure laser guidati con catarifrangenti.



Fig.8 "Esempi di AMR". Fonte <https://newsimpresa.it/tecnologie/2021/04/mobile-robot-o-service-robot-ecco-la-movimentazione-ad-elevata-autonomia/>

Hanno una capacità di carico elevata come i carrelli elevatori. Gli AMR funzionano con sensori e videocamere quindi non hanno un percorso predefinito (si può inserire il layout della fabbrica e schiva gli ostacoli), chiunque può beneficiarne. Hanno limiti per la capacità di carico per le batterie, sono usati per trasporti di componenti non troppo pesanti. Sicuramente hanno un ruolo molto importante nel miglioramento della logistica interna degli stabilimenti riducendo al minimo gli sprechi di tempo.

Blockchain

La Blockchain è una tecnologia che permette la creazione e gestione di un grande database distribuito per la gestione di transazioni condivisibili tra più nodi di una rete. Si tratta di un "database strutturato in blocchi (contenenti più transazioni) che sono tra loro collegati in rete in modo che ogni transazione avviata sulla rete debba essere validata dalla rete stessa nell'«analisi» di ciascun singolo blocco⁷". La Blockchain risulta così costituita da una catena di blocchi che contengono ciascuno più transazioni. Tutte le blockchain si basano su un registro condiviso e distribuito, il quale tuttavia può differenziarsi a seconda di alcune caratteristiche come l'accesso al network, l'identità dei validatori e la presenza di una figura terza, selezionatrice dei partecipanti. A seconda delle caratteristiche di struttura della governance si riconoscono blockchain Permissionless e blockchain Permissioned. Nelle Blockchain Permissionless non vi è la presenza di una terza parte selezionatrice e identificatrice dei partecipanti, i quali possono dunque entrare a fare parte della stessa senza essere vincolata al rispetto di determinate condizioni per il

⁷ Fonte Sito Osservatorio Politecnico di Milano

riconoscimento della propria identità.

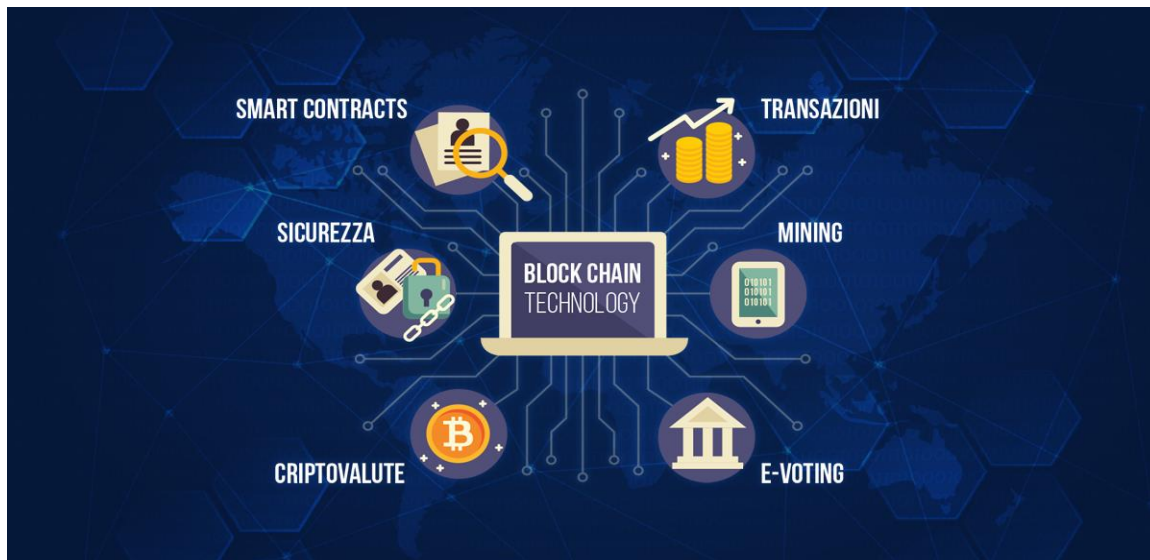


Fig.9 "La Blockchain". Fonte <https://www.eositaly.it/blockchain/cosa-e-la-blockchain-e-quali-sono-le-applicazioni/>

Le blockchain Permissionless (o pubbliche) possiedono diverse caratteristiche:

- Immutabilità: è garantito che le transazioni inserite siano definitive, senza alcuna possibilità di essere modificate o annullate.
- Sicurezza: i dati inseriti sono crittografati e decentralizzati, con copie consistenti e consolidate possedute da più parti.
- Anonimato: i nodi (utenti) che prendono parte alla catena non sono direttamente identificabili;
- Decentralizzazione: non esiste un «centro di controllo»;
- Disintermediazione: effettuare transazioni attraverso la Blockchain è conveniente per tutti i partecipanti, in quanto vengono meno interlocutori di terze parti, necessari in tutte le transazioni convenzionali che avvengono tra due o più parti (ovvero le banche e altri enti simili).

Diversamente nelle blockchain Permissioned, l'accesso al network è ristretto e al processo di validazione partecipa solo un gruppo di soggetti preselezionati da un'entità centrale, organizzatrice della catena.

Implicazioni industriali

Il mercato è composto da tutte le imprese manifatturiere, dai loro fornitori e dai loro clienti. Ovviamente comprende sia fattori interni sia esterni alle singole aziende. Un importante fattore è il punto di ri-ordine dei prodotti da parte dei clienti, questo è il punto in cui il prodotto è associato all'ordine del cliente. Questo influenza la produzione delle imprese e le differenzia tra produrre per il magazzino oppure produrre ordini già ricevuti dai clienti. Questo fenomeno è molto complesso e ci sono molti altri fattori che influenzano l'adozione di uno dei due sistemi ma il principale è il lead time cioè il tempo di consegna del prodotto al cliente. Se questo è superiore al tempo di produzione l'impresa potrà produrre dopo il ricevimento degli ordini del cliente. Invece al contrario adotterà la produzione per il magazzino perché altrimenti non sarebbe possibile rispettare le condizioni dei clienti. Le variabili che influenzano la produzione e le relazioni con i clienti sono divise in tre categorie: caratteristiche dei prodotti, relazioni del mercato e processo produttivo. Le implicazioni dell'industria 4.0 sono di rendere compatibili le tre variabili. Per fare ciò è necessario modificare i metodi di produzione, i sistemi di controllo e la pianificazione. Non c'è una soluzione unica a questo problema ma sono diverse sulla base della varietà dei mercati, prodotti e imprese. Sicuramente l'implementazione all'industria 4.0 gioca un ruolo fondamentale per le imprese per essere più competitive sul mercato. Una delle questioni più importanti per l'industria è la poca personalizzazione delle produzioni rispetto ai bisogni dei clienti. Infatti la soluzione che permette di

sfruttare appieno l'effetto delle economie di scala sarebbe quella di avere alti volumi con una bassa varietà di prodotti perché permetterebbe di avere minori costi e lead time. Infatti questa è la strategia perseguita dalle imprese make-to-stock con la produzione di famiglie di prodotti perlopiù simili per minimizzare i set-up e tempi ciclo di produzione grazie al mantenimento di un alto livello di affidabilità e bassi scarti di produzione. Infatti, la distinta dei materiali dei prodotti, di solito, se prevede pochi livelli è semplice. Nel mercato attuale c'è la necessità di produzioni sempre più personalizzate con moltissime varietà adatte a ogni esigenza dei clienti. Questo ha creato una complessità nelle produzioni e logistica delle aziende. La classificazione multi-dimensionale riflette come le caratteristiche del sistema di produzione dipendono dalle richieste del mercato che interessa tutti i settori economici.

Implicazioni manageriali

Dopo aver discusso le fondamenta teoriche del fenomeno industria 4.0 e delle sue conseguenze sulla produzione industriale vediamo come sia possibile gestire dal punto di vista del management la transizione delle imprese all'implementazione e utilizzo degli strumenti visti in precedenza. Infatti, è fondamentale accompagnare le innovazioni tecnologiche con quelle organizzative relative ai metodi di lavoro per poter raggiungere una migliore performance e a sua volta aumentare l'efficienza e l'efficacia dei processi. Il management ha il compito di pianificare e progettare la transizione tecnologica soprattutto tramite il loro supporto all'adozione dei nuovi strumenti nelle strutture organizzative e produttive delle imprese. A riguardo dei processi produttivi i manager devono considerare la relazione tra l'organizzazione e il lavoro degli operatori e le tecnologie implementate in tali processi. L'impatto e

L'integrazione sono rilevanti per l'adozione delle innovazioni perché richiedono: nuove competenze e flessibilità che modificano la struttura e i ruoli degli operatori all'interno dei processi. Innanzitutto il management deve comprendere l'impatto sull'organizzazione del lavoro sia a livello macro sia a livello micro prima dell'implementazione delle nuove tecnologie. Poi è necessario progettare quale sarà l'organizzazione dopo l'introduzione coerente con la strategia perseguita dall'impresa. Queste considerazioni devono comprendere quali strumenti implementare a seconda dei propri obiettivi e a quale livello si desidera implementarli. A questo senso a livello micro sarà utile progettare le mansioni degli operatori, il controllo delle loro attività, il grado di autonomia, l'interazione con i colleghi. Invece a livello macro saranno fondamentali le decisioni su responsabilità, numero di livelli gerarchici e grado di centralizzazione delle decisioni coerenti con i diversi livelli tecnologici implementati dall'impresa. Di solito le imprese hanno due possibilità in merito: adottare le tecnologie migliorando le competenze promovendo un'organizzazione del lavoro basata su pochi operatori e un'organizzazione verticale; oppure adottare un approccio avanzato d'implementazione delle innovazioni con una nuova organizzazione ex-novo basata su operatori competenti e un'organizzazione orizzontale, organica. Quest'ultima opzione è più in linea con le tecnologie poiché basata sulla maggior decentralizzazione e su nuove forme di lavoro più flessibili, in modo tale da migliorare il benessere dei lavoratori.

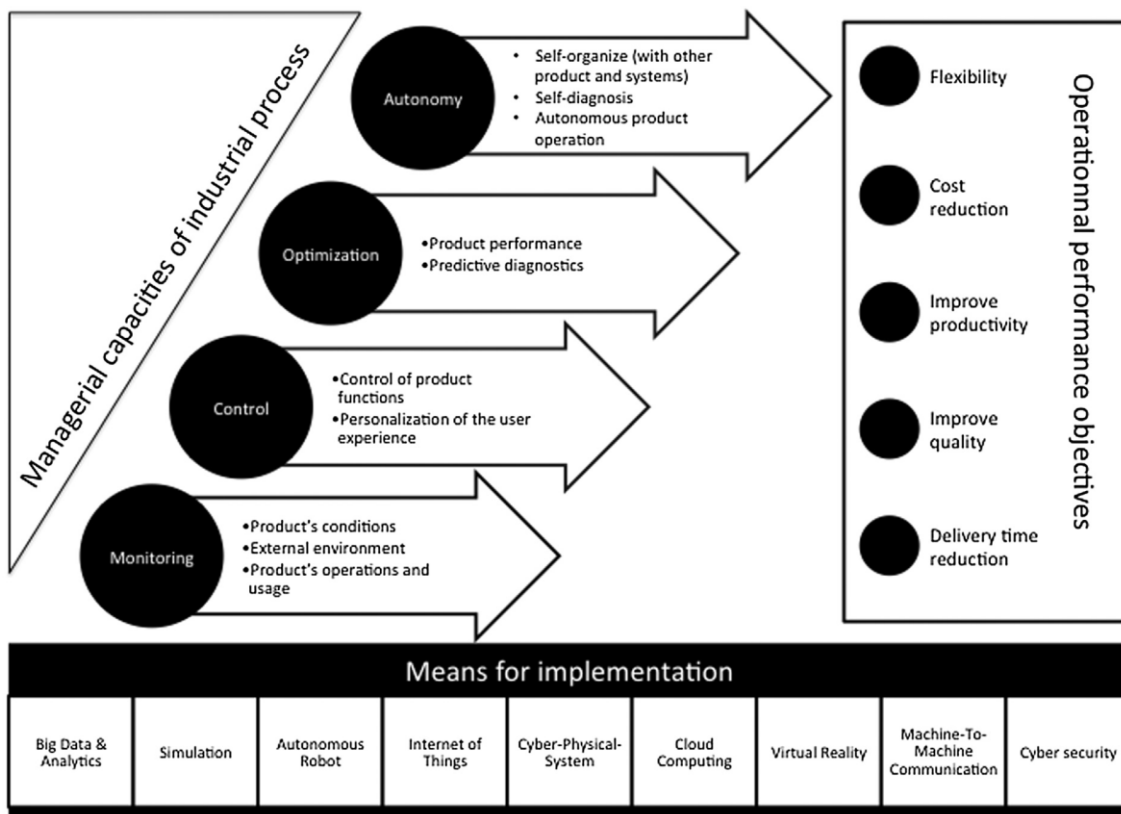


Figura 10. "Analytical framework". Fonte: "The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0 Alexandre Moeufa, Robert Pellerinb, Samir Lamouric, Simon Tamayo-Giraldod and Rodolphe Barbaraye"

Dal punto di vista dei manager è complesso gestire questa transizione, comporta cambiamenti radicali favorendo incentivi all'adozione delle nuove tecnologie perché rappresenta un fattore cruciale delle imprese visto che impatta direttamente sulla sopravvivenza delle imprese. Inoltre, bisogna superare la diffidenza degli operatori verso le nuove innovazioni che potrebbero portare un peggioramento delle condizioni di lavoro dei dipendenti. È necessario adottare un processo di cambiamento morbido e graduale per dare il giusto tempo di assimilare i cambiamenti in atto. Questo sarà fondamentale per incrementare l'efficienza delle imprese e adottare le soluzioni più avanzate in termini di opportunità offerte dall'industria 4.0:

1. La prima di queste è la flessibilità e sincronizzazione dei diversi processi. Per raggiungere ciò le imprese devono reagire più velocemente alle richieste del mercato di riferimento. Sicuramente il cloud computing può aiutare in questo compito sia recependo nuovi trend oppure favorendo la domanda da parte del mercato a nuovi prodotti. In questo caso avere un network di clienti ampio aiuta a raggiungere gli obiettivi soprattutto per le imprese medio-piccole. Un altro componente di cui tener conto è l'ottimizzazione della produzione per migliorare la reattività delle aziende. Per esempio è possibile usare i dati in tempo reale per modificare la pianificazione della produzione a seconda degli ordini quando la domanda di mercato è incerta. Oppure condividere con i propri partner i dati sulla stessa piattaforma per risolvere i problemi e rendere più affidabile l'analisi dei dati e la loro natura grazie alla miglior interoperabilità.
2. La riduzione dei costi grazie all'implementazione dei nuovi strumenti e metodi di produzione basati sulle relazioni digitali dei clienti e la migliore gestione organizzativa. Ancora una sincronizzazione più integrata dei processi tramite le migliori informazioni in tempo reale per ridurre gli sprechi tra fornitori e clienti.
3. L'incremento della redditività per l'utilizzo di nuovi macchinari come i veicoli autonomi e dei dati. Questo ha permesso l'ottimizzazione della produzione con la riconfigurazione delle linee produttive tramite algoritmi di IA per calcolare il flusso dei materiali o la variazione della domanda dei clienti. Oppure grazie all'IoT per la trasmissione delle informazioni più rapida.
4. L'incremento della qualità permessa tramite gli RFID perché segnalano eventuali problemi tempestivamente.
5. La riduzione dei tempi di consegna e di produzione con la collaborazione tramite i fornitori e i propri partner. Inoltre, la digitalizzazione dei processi ha ridotto il tempo d'esecuzione delle attività, favorito la fidelizzazione dei clienti perché più soddisfatti.

Quindi l'industria 4.0 ha una serie di impatti positivi in termini di performance soprattutto per la maggior produttività e flessibilità.

Capacità gestionali

Vediamo quali sono le competenze necessarie al management per gestire adeguatamente i fenomeni provocati dall'adozione dell'industria 4.0:

- Monitoraggio e controllo sono le capacità più facilmente ottenibili grazie al livello raggiunto dalle tecnologie dell'industria 4.0. Un esempio è l'IoT con i sensori che controllano il processo produttivo e avvisano in caso di problemi come la creazione di colli di bottiglia o prodotti non conformi.
- Oppure gli RFID possono controllare l'efficacia dei processi anche se sono condivisi con altri soggetti grazie all'utilizzo di dashboard condivise in tempo reale in grado di comparare i dati storici con quelli attuali delle produzioni per un migliorare il decision-making.
- L'ottimizzazione rivolta a aumentare l'efficienza dei processi è possibile tramite molti sistemi e approcci. Uno di questi è l'utilizzo dei dati a servizio del processo produttivo.
- La gestione delle HR (risorse umane) perché come abbiamo analizzato l'industria 4.0 porta con sé nuove interazioni e forme d'organizzazione del lavoro da gestire a riguardo del ruolo degli operatori e delle loro competenze.

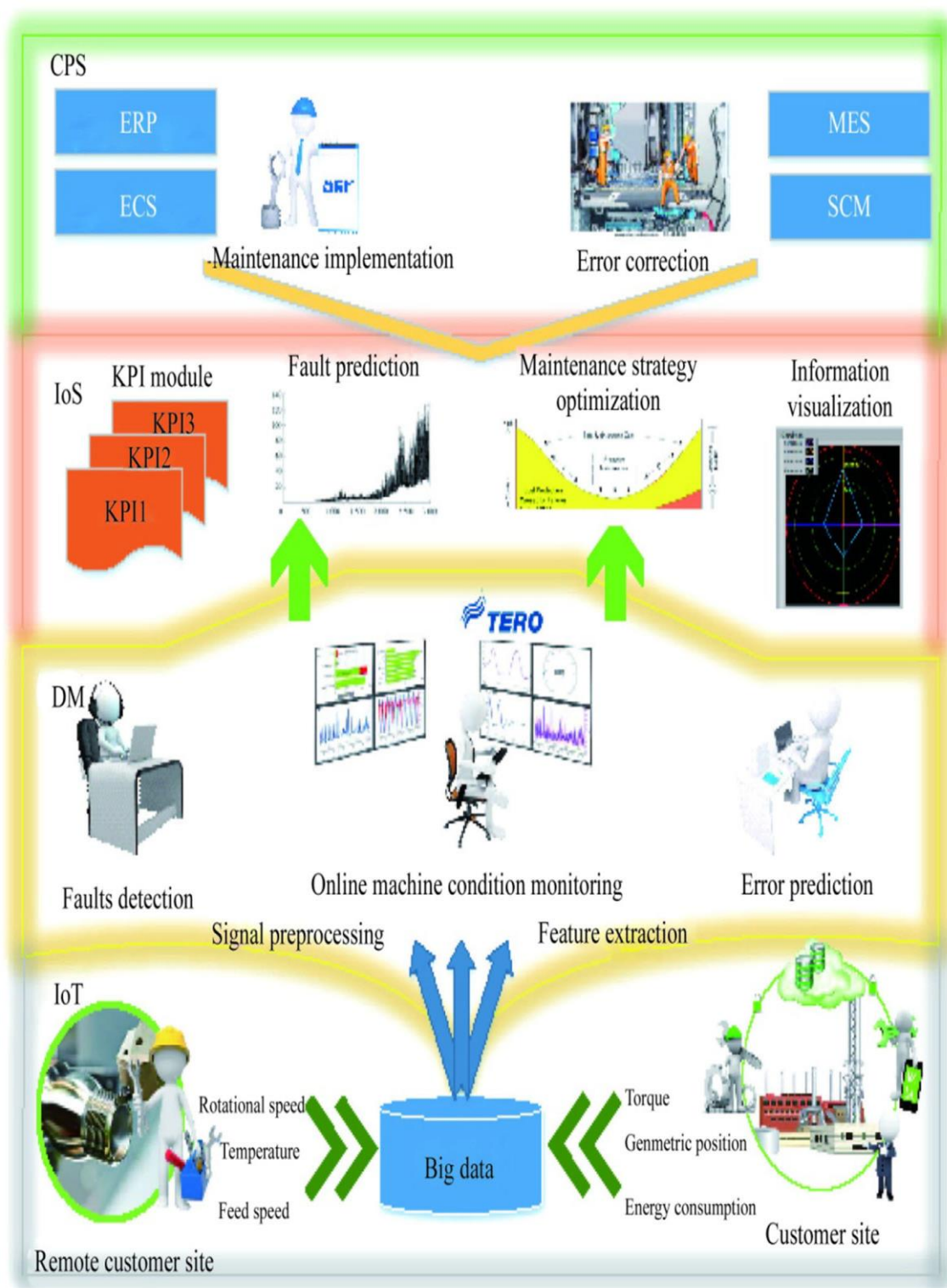


Fig. 11. Monitoraggio e controllo . Fonte: "Intelligent predictive maintenance for fault diagnosis and prognosis in machine centers: Industry 4.0 scenario Zhe Li, Yi Wang, Ke-Sheng Wang".

Una parte importante di questo approccio deve essere mettere al centro il ruolo degli operatori nei processi che devono avere la responsabilità di monitorare i processi in cui sono coinvolte anche i macchinari.

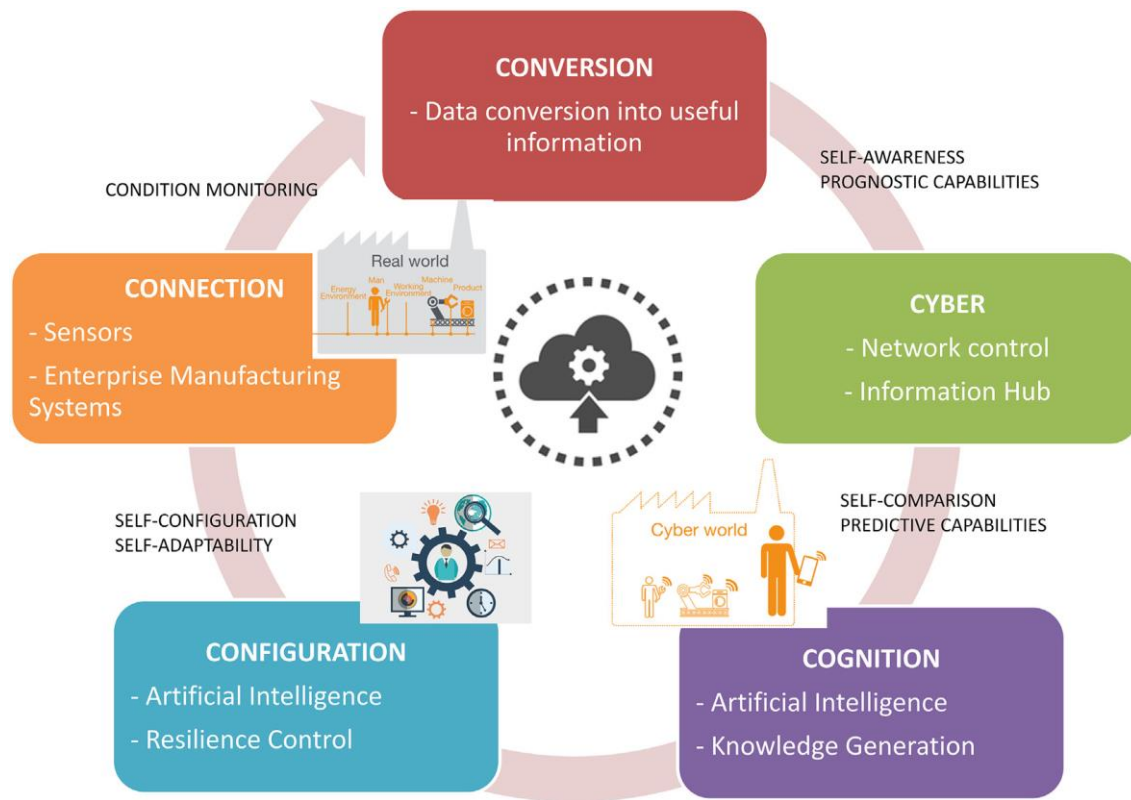


Fig. 12 "Architecture for Industry 4.0". Fonte "Smart operators in industry 4.0: A human-centered approach to enhance operators capabilities and competencies within the new smart factory context Francesco Longo, Letizia Nicoletti, Antonio Padovano".

- Questo deve essere possibile grazie alla formazione degli operatori per migliorare le performance dei processi che devono essere in grado i problemi che potrebbero succedere. È un compito difficile perché comprende diverse anime delle persone: psicologiche, professionali e emotive.
- Il decision making in tempo reale è indispensabile per soddisfare i clienti e migliorare l'efficienza. Questo è possibile grazie al supporto delle informazioni disponibili in tempo reale sia delle esigenze dei clienti sia in

merito ai fattori interni come la produzione grazie ai sensori intelligenti. Quindi la presa delle decisioni deve essere rapida prima che le condizioni cambino nuovamente nell'ambiente.

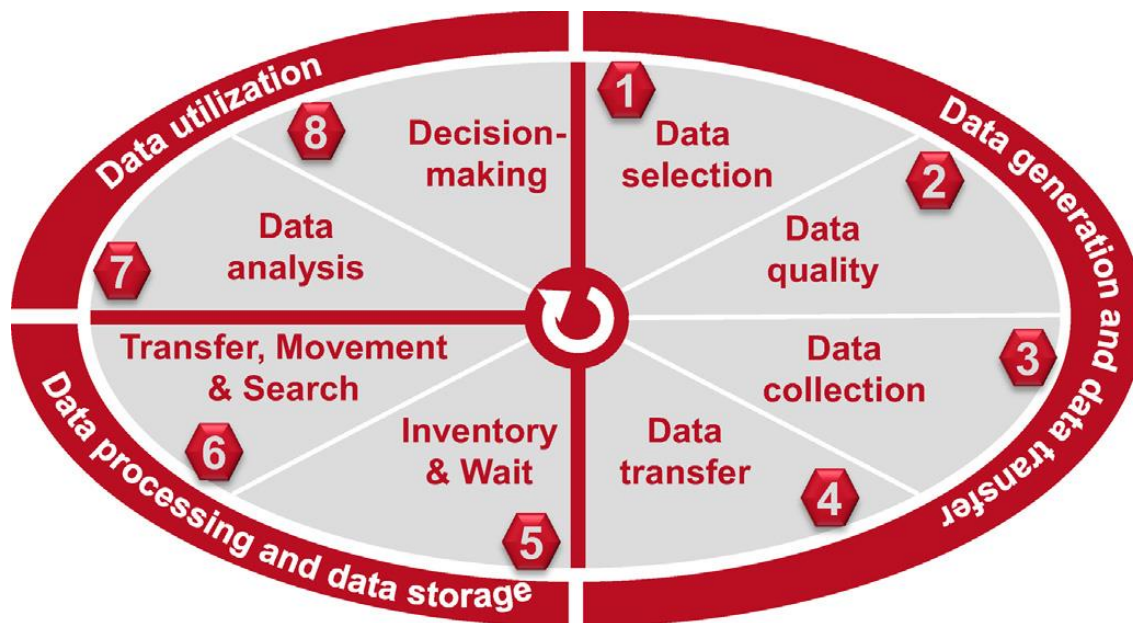


Fig. 13 "Cycle of information logistic waste analysis". Fonte: "Value stream mapping 4.0: Holistic examination of value stream and information logistics in production Tobias Meudt , Joachim Metternich, Eberhard Abele"

- Molti strumenti si possono utilizzare per rendere più facile e rapido il processo. Per esempio uno di questi nella scelta delle caratteristiche che devono avere i prodotti è l'AHP (Analytic Hierarchy Process) che mostra quali sono le proprietà più importanti che deve avere il prodotto tramite una matrice in base ai dati disponibili su: costi, importanza per i clienti, lead time ecc...

L'Innovation e Temporary manager

Una possibilità per le imprese di favorire l'implementazione delle tecnologie 4.0 e la gestione dell'innovazione è avvalersi della figura professionale dell'Innovation e Temporary manager. Svolge un ruolo efficace nei processi d'innovazione d'industria 4.0 all'interno delle imprese perché soprattutto nelle PMI (molto presenti in Italia) può rappresentare un supporto dal punto di vista delle competenze necessarie per introdurre le innovazioni, superare le resistenze e difficoltà interne infine, sfruttare gli incentivi fiscali del piano transizione 4.0 e altri contributi governativi per le imprese che intraprendono processi d'innovazione. Sono quindi professionisti esterni alle imprese che in un determinato periodo forniscono supporto, formazione e il raggiungimento dell'obiettivo prefissato grazie a una logica di open innovation molto utile nell'implementazione delle applicazioni 4.0. È presente presso il MISE l'elenco degli ottomila Innovation e Temporary manager presenti in Italia. "È dimostrato che processi d'innovazione implementati tramite collaborazione con partner esterni, influenzano positivamente il successo dell'azienda"⁸. Avere alti livelli di collaborazione tra clienti, fornitori e istituti di ricerca, è una delle più grandi competenze richieste ad un'organizzazione per sviluppare innovazioni. Il Temporary manager può essere una delle chiavi della gestione efficiente dell'innovazione, grazie alle competenze e metodologie apportate alle imprese che supera il contributo dei consulenti. Integra e sviluppa le competenze interne ed esterne in un ambiente in costante cambiamento. Infatti, nell'ambiente attuale globale questa figura aiuta ad aumentare la competitività grazie all'introduzione pratica delle innovazioni nelle imprese. Uno dei network di temporary manager presente nel nord-est è quello di Empeiria, un

⁸ RAUTER, R., GLOBOCNIK, D., PERL-VORBACH, E., & BAUMGARTNER, R. J. "Open innovation and its effects on economic and sustainability innovation performance"

associazione no profit che riunisce più professionisti per creare sinergie tra loro utili sia per la professione sia per le imprese clienti.



Fig.14 "Logo Empeiria". Fonte sito Empeiria

Le innovazioni possibili nelle imprese sono molteplici. Le categorie più interessanti per le imprese in cui si possono utilizzare anche le applicazioni 4.0, sono:



Fig. 15 "Le categorie d'innovazioni". Fonte KAHN, "Understanding innovation".

Le innovazioni diventano operative grazie agli strumenti di cui si avvale il Temporary manager, ecco i principali:

-
- | | |
|---|---|
| 01 Triplice vincolo del progetto
(Triple constraint of project) | 06 Analisi formale dei rischi
(Formalized risk analysis) |
| Aiuta a bilanciare scopo, tempo e costo al fine di garantire un progetto di qualità | Consente di fare un'analisi delle incertezze legate al progetto. Comprende una stima dei rischi, eventuali impatti negativi e un piano per eliminarli |
| 02 Studio pre-progetto con struttura formale
(Pre-project study with formalized structure) | 07 Progetto formale del piano di comunicazione
(Formalized project communication plan) |
| Consente di analizzare le opportunità e l'attuabilità del progetto prima dell'inizio del processo | Specifica le regole di comunicazione: precisa i canali di comunicazione, il tipo di informazione e la frequenza con cui deve essere trasmessa |
| 03 Approccio del quadro logico
(Logical framework approach) | 08 Pianificazione del tempo utilizzando tabelle
(Time planning using schedules) |
| Aiuta ad identificare obiettivi, richieste, punti chiave; facilita la comunicazione tra le parti e stima il successo o fallimento del progetto | Approfondisce la relazione che sussiste tra le fasi in successione fra loro e il tempo necessario per svolgere ogni mansione assegnata in base alle risorse e conoscenze tecnologiche |
| 04 Struttura funzionale del progetto
(Work breakdown structure (WBS)) | 09 Il metodo della catena critica
(The critical chain method) |
| Permette di suddividere l'intero processo in precisi step così da affidare ciascuna fase a collaboratori diversi; e stima lo sforzo richiesto dei competenti assegnati | Consente di adattare il progetto ad eventuali cambiamenti |
| 05 La gestione del valore aggiunto
(The earned value management) | 10 La tabella di assegnazione delle responsabilità |
| Considera la dimensione finanziaria: è preferibile avere una visione d'insieme dettagliata, per poter risolvere ogni complicità il prima possibile, monitorando il progetto in scopo, tempo e costo | Concorda le attività da assegnare ad ogni team dopo che le fasi sono state pianificate e le richieste stabilite |

Fig. 16 "Gli strumenti del temporary manager". Fonte KOSTALOVA J., TETREVOVA L., " *Project Management and Its Tools in Practice in the Czech Republic*"

Per affrontare gli aspetti pratici della figura dell'Innovation e Temporary manager ho avuto il piacere di intervistare Ivano Mariotti vicepresidente di Empeiria, un network che raggruppa diverse figure professionali, ex-dirigente d'impresa con un'esperienza pluriennale in: gestione d'impresa, organizzazione aziendale, analisi processi produttivi e applicazione di metodi Lean, inoltre ha condotto progetti all'estero.

- Con le imprese i Temporary manager come regolano la condivisione dei dati sensibili?

"C'è un contratto di riservatezza delle informazioni tra l'imprenditore e Temporary manager con una durata certa. In caso di trasgressione ci sono delle penali e sanzioni."

- Qual è la maggiore difficoltà da affrontare?

"Il vero problema è la resistenza al cambiamento degli imprenditori. Il problema è maggiore tanto è più piccola l'impresa perché non sono presenti deleghe ma condotta dal fondatore o dalla sua famiglia. Nelle PMI affrontare il cambiamento è più complesso perché quando chiamano, oltre la necessità di risolvere problemi, talvolta si aggiungono i conflitti di potere tra i vari membri della famiglia. Spesso capita che il Temporary manager sia chiamato a restaurare le relazioni per favorire la trasmissione delle informazioni."

- Può dire brevemente la differenza principale tra consulente e Temporary manager?

"La differenza tra consulenti e Temporary manager sta nel processo di risoluzione dei problemi perché non offre solo la soluzione, ma condivide la strategia approntandola; inoltre opera con una delega interna per affrontare le situazioni in modo da avere il potere necessario alla sua funzione. Perciò il Temporary manager diventa parte integrante dell'impresa interagendo con tutte le figure interne."

- Come vengono a conoscenza le aziende della figura dei Temporary manager?

“Nella maggior parte dei casi tramite il network delle relazioni costruite tramite social senza fare attività commerciale diretta nel caso di Empeiria poiché è no profit. Invece altre società come “Ad hoc” svolgono attività di marketing per aumentare la visibilità dell’azienda con una figura di responsabile commerciale addetto alla vendita del servizio. Fino a 10-15 anni fa questo servizio non esisteva in Italia essendo di tradizione anglosassone. Prima di questa figura e delle crisi economiche degli ultimi anni c’era solo la figura del dirigente presente in azienda ma con un deficit di formazione e aggiornamento di competenze.”

- Quali sono le caratteristiche del lavoro?

“È un lavoro molto stimolante poiché affronti situazioni completamente diverse, ricco di questioni completamente differenti per ogni caso aziendale. Spesso questa figura è ricoperta da ex dirigenti con esperienze in aziende all’estero. A noi bastano pochi giorni per comprendere le necessità dell’azienda spesso PMI in base alla struttura organizzativa, risorse umane e altri fattori indicativi. La principale caratteristica è lo stimolo diverso per ogni contesto affrontato, l’analisi di processi differenti, e l’acquisizione di nuove competenze. Inoltre dal punto di vista dell’imprenditore c’è un risparmio di costi perché un dirigente in media all’anno ha un costo fisso di remunerazione di 200mila euro annui. Molte PMI non possono permetterselo o non ne hanno la necessità. Il vantaggio del Temporary manager è la risoluzione di problemi specifici come può essere la qualità. Siamo figure che in un tempo e costo certo, fissati all’inizio del progetto e condiviso con l’imprenditore, non riservano sorprese. Ci si adatta alla necessità dell’impresa in maniera molto flessibile. Un altro fattore è quello della condivisione con altre figure professionali per soddisfare richieste dell’impresa cliente grazie al supporto di altri colleghi del network per così offrire un servizio completo all’azienda. Sono possibili progetti in team per le imprese più grandi.

Inoltre, è capitato di svolgere corsi di formazione in parte finanziati con voucher pagati da fondo impresa o da bandi regionali.”

- Dopo il completamento del progetto è capitata la richiesta di nuovo intervento del Temporary manager poco dopo il completamento del progetto?

“Di solito cerchiamo di renderci figure “inutili” grazie al lavoro di trasferimento di tutte le nostre conoscenze alle risorse umane dell’impresa nel tempo della collaborazione precedente. Il nostro obiettivo è rendere autonoma la struttura dell’azienda. Capita che il rapporto con l’azienda diventi molto positivo, fiducioso e duraturo nel tempo anche sul piano personale nel rapporto con l’imprenditore.”

- Avete seguito progetti d’internazionalizzazione di aziende italiane?

“Sì abbiamo seguito progetti del genere per alcune aziende e anche di espansione. È capitato anche di aziende estere in entrata in Italia per accedere al mercato domestico.”

- Qual è il contributo degli incentivi governativi 4.0? Dal punto di vista degli imprenditori c’è la consapevolezza che l’innovazione è fondamentale per la loro competitività?

“Le agevolazioni aiutano in ogni caso. Spesso gli imprenditori più giovani hanno una visione più ampia in tal senso e più propensione al cambiamento. Invece gli imprenditori più anziani anagraficamente hanno una visione più conservativa dell’impresa perché hanno realizzato idee brillanti nell’epoca pre-globalizzazione, ma in questo periodo sono chiusi in se stessi quindi innovano solo per sfruttare gli incentivi e non li percepiscono come un fattore utile alla sopravvivenza dell’impresa. Spesso questi imprenditori hanno paura di perdere il controllo, fanno fatica a investire risorse proprie nell’innovazione. Comunque grazie a questi incentivi c’è stato un forte aumento degli investimenti nello svecchiamento del parco macchine nonostante resistenze da parte di alcuni.”

- Dal punto di vista culturale in questo periodo di post Covid c'è maggiore consapevolezza al bisogno di maggior innovazione e apertura al cambiamento?

"Sicuramente da un lato molte imprese di alcuni settori come quello turistico hanno dovuto chiudere i battenti. Invece adesso, in fase di ripresa nell'industria manifatturiera c'è un periodo di riflessione in attesa di capire come saranno gli scenari finiti, la pandemia. Nel breve tornerà la possibilità di viaggiare per i viaggi business, riprenderanno le fiere, questo condiziona fortemente gli scambi commerciali. Dopo molti imprenditori dovranno rivedere la propria filiera di approvvigionamento delle materie prime perché i tempi di fornitura diventeranno strategici e porteranno molti cambiamenti. Ci sarà la necessità di maggior flessibilità da parte delle imprese per adattarsi a nuove situazioni. Auspico che l'accorciamento delle filiere sia duratura e stabile perché ha reso evidente un punto debole delle imprese, quindi sarà una situazione che creerà un maggior stimolo a internalizzare il più possibile le fasi della produzione senza affidarsi a terzisti, poi aprirsi il più possibile a collaborazioni con università e istituti di ricerca. È necessario mantenere il più possibile all'interno il know how che nel nostro tempo è composto di fattori intangibili come la conoscenza e la rete commerciale di vendita."

Riflessioni finali

Abbiamo visto come l'industria 4.0 porta con sé una serie di trasformazioni dall'impatto positivo, ma richiede anche molte capacità di gestione di situazioni complesse sia dal punto di vista tecnologico sia organizzativo. Infatti, è possibile avere diversi livelli d'implementazione adattabili alle specificità di ogni impresa. Questi livelli si differenziano a seconda degli strumenti adottati e dall'integrazione tra loro. Ovviamente a ogni situazione è assegnato uno scenario diverso da governare che porta diversi benefici all'impresa. Al crescere della complessità si hanno processi più digitalizzati, una maggior autonomia degli operatori, un avanzato livello tecnologico, più efficienza e decentralizzazione delle decisioni grazie a un minor numero di livelli gerarchico-organizzativi. Sicuramente più sono correlate tra loro le dimensioni tecnologiche e organizzative maggiori saranno gli esiti positivi sulle attività aziendali perché significa che le due dimensioni sono coerenti e compatibili apportando maggiori benefici in linea con la visione degli obiettivi di ogni impresa durante quest'epoca di cambiamenti tecnologici radicali. Le aziende dovrebbero oggi prendere in considerazione sia i fabbisogni formativi e di competenze che le nuove tecnologie richiedono, sia le strategie che esse permettono di realizzare. L'investimento in tecnologie 4.0 deve essere accompagnato da un ripensamento del modello di business delle imprese e del loro posizionamento strategico, nonché da un forte snellimento dei processi che devono essere stabili, robusti e misurabili prima di potere accogliere le nuove tecnologie digitali.

Analisi mercato industria 4.0

Presentazione scenario attuale

Nel contesto di pandemia attuale, ognuno di noi ha compreso come un evento imprevisto ha accelerato molti processi di cambiamento in atto negli scenari economici tra cui la crescente digitalizzazione. Questo fenomeno ha con sé nella parte inerente ai processi produttivi industriali la più grande innovazione con l'avvento dell'industria 4.0. Infatti, grazie ai dati principali emersi dalla quinta edizione dell'Osservatorio della School of Management del Politecnico di Milano, basati su un'indagine di un campione di 192 imprese di cui 150 grandi e 42 PMI, che ha censito circa 800 applicazioni d'Industria 4.0, si comprende qual è il livello di presenza e applicazione del fenomeno interessato. Le applicazioni 4.0 sono sempre più diffuse nelle aziende italiane, sia in quelle di grandi, che di medio e piccole dimensioni. La tecnologia basilare rimane anche in questo caso l'IIoT soprattutto per l'avvento della pandemia che ha incoraggiato i collegamenti da remoto. A questa si affiancano le attività di analisi (Analytics) che mirano a comprendere come sviluppare le attività in base ai dati a disposizione. L'utilizzo dei Big Data quindi si sta facendo spazio ed è sempre più importante per delineare le strategie aziendali. Ci sono anche i primi casi di intelligenza artificiale, infatti, alcune imprese hanno inserito questa tecnologia nei processi aziendali. L'implementazione delle app 4.0 è stata determinante anche per gestire efficacemente l'emergenza sanitaria, le tecnologie 4.0 hanno favorito una tempestiva ri-organizzazione ai cambiamenti dell'ambiente con successo. Per esempio, per compiere assistenza in fabbrica da remoto ci si è affidati alla realtà aumentata oppure si è fatta la sanificazione intelligente degli spazi. I sensori IIoT e le piattaforme cloud hanno permesso la collaborazione tra le diverse professionalità in azienda, garantendo così la continuazione dei lavori. La reattività delle aziende durante la crisi è evidenziata anche dal numero d'impres

che hanno riconvertito la loro produzione come la produzione delle mascherine o valvole per le terapie intensive come il caso di open innovation di Isinova SRL.

Il mercato 4.0 in Italia nel 2018

Ripartizione del valore per categoria

OSSERVATORI.NET
digital innovation

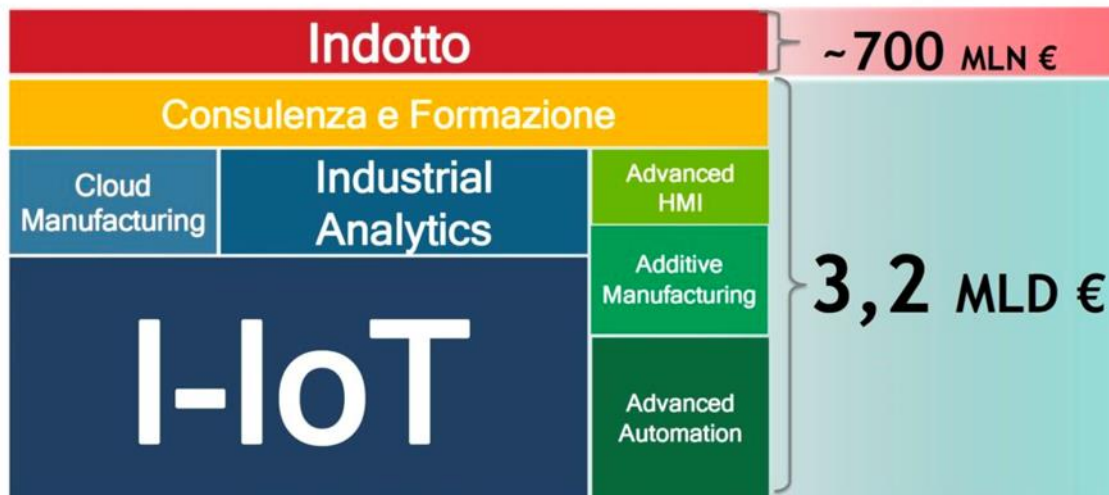


Fig.17 "Il mercato 4.0 in Italia". Fonte <https://www.osservatori.net/it/ricerche/osservatori-attivi/transizione-industria-40>.

Come evidenziato nell'immagine il mercato legato all'industria 4.0 nel 2018 ha registrato un valore di 3,2 miliardi di euro e 700 milioni d'indotto. In particolare nella prossima figura vediamo nel dettaglio il valore specifico delle voci principali con le previsioni di crescita future:

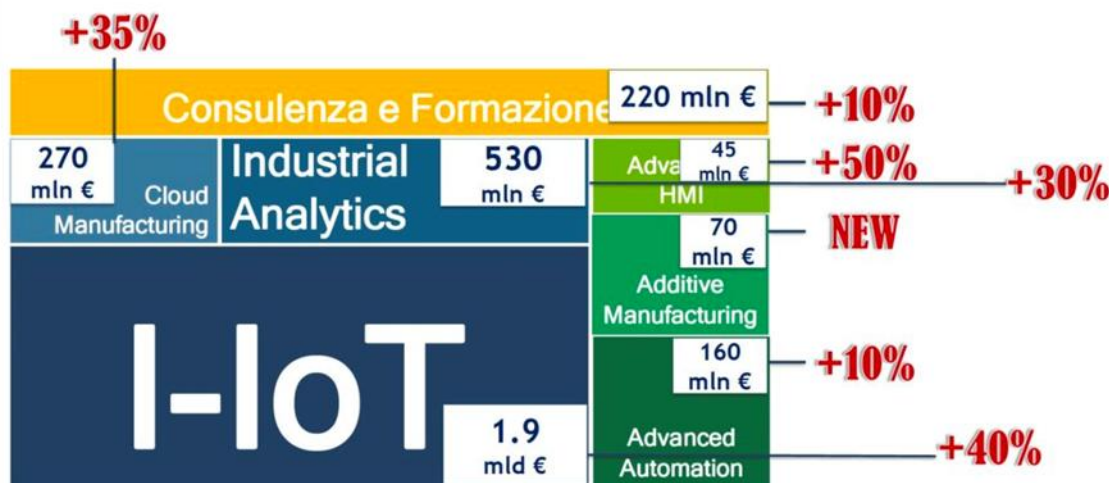


Fig.18 "Ripartizione valori del mercato 4.0". Fonte <https://www.osservatori.net/it/ricerche/osservatori-attivi/transizione-industria-40>

I valori percentuali indicano la crescita rispetto al 2017 delle varie componenti. Come si evince dalle cifre la parte del leone del mercato (1,9 miliardi di euro più del 50%) è formata dall'IIOT (Industrial Internet of Things). Questo perché è una tecnologia che offre immediati benefici alle imprese in termini di efficienza e un'implementazione più semplice dal punto di vista delle competenze richieste per un efficace utilizzo. Poi troviamo gli industrial Analytics, seppur con un valore inferiore di più di 2/3 rispetto all'IIOT, molto utili nel controllo qualità dei prodotti e riduzione degli sprechi di lavorazione basati sulla raccolta e analisi di grandi quantità di dati, richiede competenze informatiche buone un investimento monetario importante che preclude quest'opzione alle PMI. Tra le tecnologie di produzione (OT) i valori maggiori sono rappresentati dall'Advanced Automation (160 milioni, +10%) come l'utilizzo degli AMR (i veicoli autonomi), l'Additive Manufacturing (70 milioni) e le Advanced HMI (45 milioni, +50%) che permettono un'elevata integrazione uomo-macchina come i Cobot. I servizi di consulenza e formazione valgono 220 milioni di euro (+10%). Quindi c'è un

marginale di crescita non indifferente per le consulenze e servizi utili alle imprese in ambito 4.0.

Ostacoli e opportunità dell'industria 4.0

Gli ostacoli principali all'applicazione delle tecnologie sono:

- ❖ Difficoltà d'utilizzo delle tecnologie perché rappresentano cambiamenti radicali nei processi produttivi;
- ❖ Adozione di standard utili all'implementazione efficace in impresa come quelli di qualità utili anche per accrescere la reputazione dell'impresa verso i clienti;
- ❖ Le competenze delle risorse umane sono una grossa preoccupazione del top management che fatica a valutare le carenze di competenze dei propri organici. Infatti, per ovviare al problema molte imprese si avvalgono di collaborazioni con università, ITS (Istituti tecnici superiori), e istituti di ricerca. Le competenze prioritarie sono: conoscenza dei processi della smart factory e della smart supply chain, nonché l'innovazione di strategia e modello di business abilitata da Industria 4.0;
- ❖ Sfide organizzative rese fondamentali nell'implementazione delle tecnologie perché abilitano le persone a un ruolo diverso dal passato attraverso: cambiamenti di processo, modalità di lavoro del personale come lo smart working reso obbligatorio nel contesto pandemico attuale, impatti sui ruoli organizzativi. Infine un crescente impegno del top management per accompagnare l'intera organizzazione verso la nuova realtà produttiva senza la quale nessuna trasformazione è possibile;

- ❖ Sostenibilità finanziaria soprattutto per le PMI, infatti, grazie al piano di transizione 4.0 si cerca di favorire e contribuire all'avanzamento tecnologico anche delle organizzazioni più piccole.
- ❖ Tensioni geo-politiche con paesi fornitori di tecnologie

I maggiori benefici apportati sono:

- ✓ Aumento efficienza e incremento dell'OEE possibili tramite la reingegnerizzazione dei processi;
- ✓ Riduzione sprechi grazie all'evoluzione dei concetti Lean applicati con l'industria 4.0 unendo i vantaggi di entrambe le innovazioni di processo;
- ✓ Flessibilità per soddisfare più velocemente i bisogni dei clienti e al meglio;
- ✓ Produzioni maggiormente innovative supportate dal nuovo paradigma digitale aprendo nuovi spazi di mercato alle imprese;
- ✓ Riduzione tempi progettazione e prototipazione grazie a ciò è possibile entrare nel mercato prima dei potenziali concorrenti ottenendo vantaggi da first mover per la categoria del proprio prodotto.

Nell'immagine sottostante sono presenti anche gli altri elementi d'analisi meno rilevanti per avere un quadro più completo della situazione.

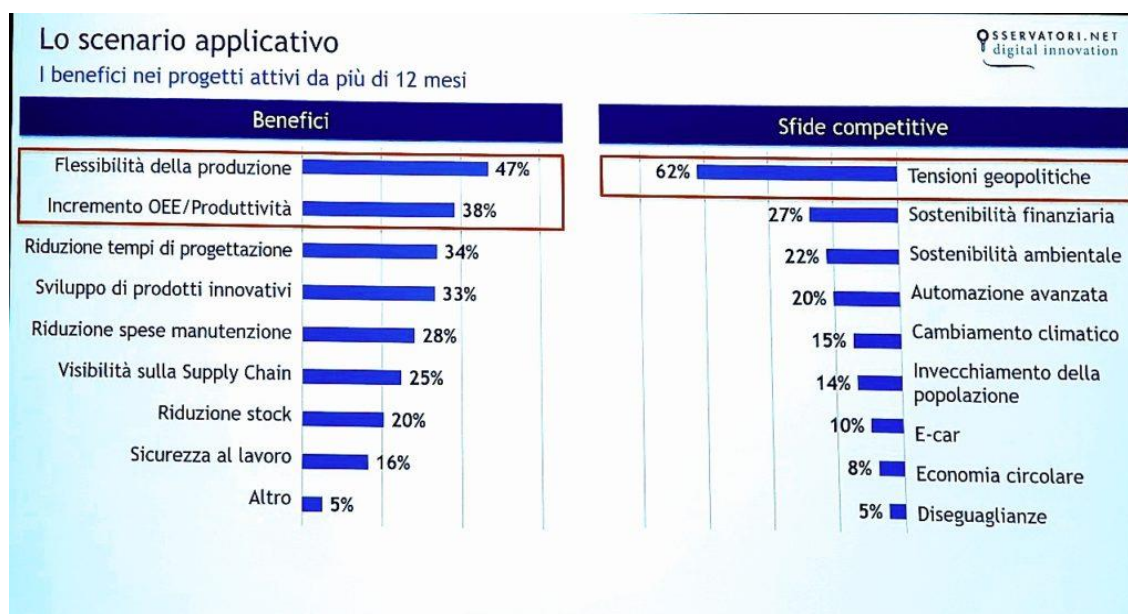


Fig.19 "I benefici e sfide dei progetti 4.0". Fonte <https://www.osservatori.net/it/ricerche/osservatori-attivi/transizione-industria-40>

Piano transizione 4.0

Il piano di transizione 4.0 è stato nominato tra le opportunità dell'industria 4.0, merita una trattazione a parte perché è rivolta a tutte le imprese da parte del governo tramite il MISE. Fa parte degli investimenti previsti dal programma Next Generation Eu dell'Unione Europea legati allo sviluppo delle innovazioni in campo privato e fornire incentivi strutturali e certi fino al 2023. Prevede 24 miliardi di Euro di finanziamento che vede il potenziamento di tutte le aliquote di detrazione per i beni 4.0 e un importante anticipo dei tempi di fruizione. In particolare per i beni materiali e immateriali strumentali all'implementazione dell'industria 4.0 sono previste aliquote agevolate di ammortamento per investimenti d'importi fino a 2,5 milioni di euro. Questo incentiva dal punto di vista fiscale gli investimenti, da parte degli imprenditori, che oltre ad apportare i benefici già esplicitati nel precedente paragrafo permette di abbattere il carico fiscale delle imprese in un arco temporale certo.

Previsioni future

Nei prossimi anni le intenzioni d'investimento differiscono a seconda della dimensione aziendale. Entro due anni le grandi imprese intendono concentrarsi su Industrial IoT, Analytics e Automazione, mentre le PMI su Industrial IoT, Automazione e HMI secondo la ricerca dell'Osservatorio. Sicuramente la pandemia ha incrementato la velocità della transizione digitale della società ed economia italiana. Quindi le imprese avranno sempre più bisogno di servizi consulenziali più personalizzati secondo le proprie esigenze in base alla propria struttura e portafoglio clienti in merito alle tecnologie IOT e Analytics nel breve futuro. Anche la blockchain avrà un forte impatto soprattutto per le produzioni alimentari perché garantisce la provenienza delle materie prime, aspetto fondamentale nelle produzioni IGP e DOP molto presenti nel nostro paese. Infatti, la tecnologia è preminente nelle PMI con una grossa percentuale d'impres del settore.



Fig. 20 "Previsioni future mercato 4.0". Fonte <https://www.osservatori.net/it/ricerche/osservatori-attivi/transizione-industria-40>

Effetti industria 4.0 sui modelli di business

Ogni investimento, tecnologia e innovazione apportano benefici solo se introdotte in un piano strategico di crescita e affiancate da un cambiamento culturale delle imprese. Ciò è possibile grazie alla formazione del capitale umano e lo snellimento dei processi. Ecco perché ancora poche imprese hanno implementato le applicazioni dell'industria 4.0, una ricerca condotta dall'Università di Padova su oltre 1000 aziende fa notare come il 19% del campione ha affrontato la trasformazione per motivi di mercato. Addirittura per il 65% del campione l'industria 4.0 non è d'interesse per il loro business. Quindi il potenziale di crescita del mercato è molto alto per sensibilizzare un'adozione diffusa nel nostro paese. La gamma d'interventi possibili è ampia grazie alle molteplici tecnologie e metodi trattati nel capitolo precedente. Inoltre è rivolta a imprese di tutte le dimensioni sebbene abbiano ostacoli e opportunità differenti offerte secondo il settore di riferimento. La sfida per manager e consulenti è di sviluppare una consapevolezza e orientamento strategico all'industria 4.0. Dal punto di vista fiscale la legislazione è favorevole a interventi di questo tipo come previsto nel piano di Transizione 4.0 del MISE. L'esperto o consulente deve informare l'impresa anche degli incentivi previsti perché spesso per la loro elevata complessità non sono presi in considerazione. L'immagine sintetizza i principali compiti da tener presente per creare e interagire un insieme di organizzazione, dati, tecnologie e persone. L'Industria 4.0 trasforma la catena del valore interna, rendendola intelligente attraverso numerosi cambiamenti a livello di:

Il consulente dell'impresa deve:

- Conoscere a fondo gli strumenti agevolativi: aspetti tecnici, finanziari, fiscali
 - Conoscere l'impresa: caratteristiche / struttura / dimensioni; strategie, progetti di sviluppo e investimento
 - Sapere valutare costi / benefici
- Dire anche: «no, non conviene»

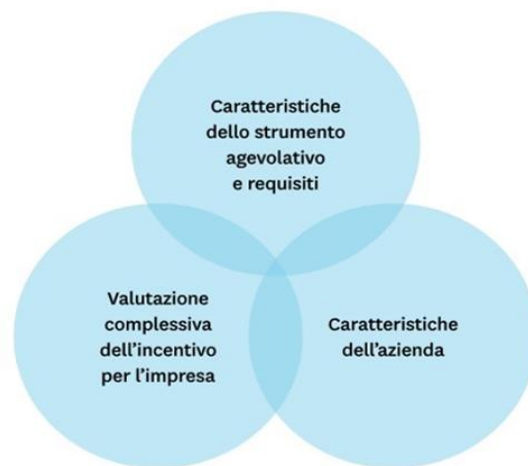


Fig.21 "Attività del consulente". Fonte <https://www.cuoospace.it/2018/10/industry-4-0-il-futuro-e-nella-strategia.html>

- Risorse: l'Industria 4.0 permette una migliore tracciabilità del flusso delle materie prime, oltre a stimolare la creazione di nuovi materiali e l'ottimizzazione nell'impiego delle risorse, in particolare di quelle materiali, energetiche e umane, con una riduzione degli scarti e delle emissioni (clean manufacturing). Le risorse produttive sono interconnesse e interoperabili e possono scambiare informazioni tra loro e con l'esterno in modo automatico grazie agli standard comuni di comunicazione attraverso piattaforme. Ciò rende il flusso di materiale molto più flessibile. I dati, disponibili sempre in maggiore quantità, diventano una nuova risorsa di valore e permettono un più semplice riciclo e riuso del materiale. L'Industria 4.0 porta anche a una modifica delle mansioni delle risorse umane che hanno nuovi compiti e responsabilità.

- Processi interni: l'integrazione dei sistemi cyber-fisici permette l'ottimizzazione in tempo reale della value chain e dei processi, l'automazione delle attività ad alto know-how e la maggiore flessibilità di quelle di routine e quindi un miglioramento dell'efficienza produttiva complessiva. Inoltre, il monitoraggio può essere compiuto anche da remoto, con possibilità di avviare processi di manutenzione predittiva. La simulazione delle linee di produzione e la produzione auto-organizzata portano a importanti miglioramenti nell'efficienza operativa complessiva. L'adozione delle tecnologie abilitanti permette la produzione in loco di componenti complesse e di lotti singoli di piccole dimensioni. I processi produttivi possono auto-organizzarsi e auto-adattarsi grazie alla presenza di unità di produzione intelligenti in grado per definire autonomamente la programmazione della produzione per massimizzare i profitti e di monitorare il proprio stato: ogni modulo di produzione, anche se decentrato, è in grado di ottenere le informazioni necessarie per prendere decisioni autonomamente. L'Industria 4.0 consente di ottenere maggiore efficienza nell'allocazione delle capacità produttive alle linee, maggiore qualità dei prodotti finiti e di adattare i processi di progettazione e di produzione alle esigenze dei clienti, anche grazie alla prototipazione virtuale. Gli analytics consentono di svolgere in modo mirato i processi di controllo qualità, con significativa riduzione dei costi, e di definire benchmark interni e best practice.
- Processi esterni: l'Industria 4.0 trasforma il modo con cui l'impresa entra in contatto con il cliente permettendo di ridisegnare i canali di comunicazione e distribuzione, ma anche di perseguire un manufacturing on-demand permettendo una maggiore flessibilità a livello di value chain. Alcuni servizi sono erogati da remoto, sulla base dei bisogni dei consumatori. Questo permette a loro di ottenere un'assistenza 'fai da te' guidata virtualmente. L'impresa mantiene un rapporto duraturo con il proprio cliente offrendogli il monitoraggio e la diagnosi del prodotto al fine

di ridurre i difetti e le incertezze dei suoi sistemi operativi. Le tecnologie adottate permettono una tracciabilità costante dei prodotti, partendo dal monitoraggio da remoto del servizio di trasporto, e la massima trasparenza sul loro stato e uso da parte dei clienti. L'offerta di questi servizi, che riducono i tempi d'inattività dei macchinari presso i clienti e la necessità di manutenzione e riparazione, contribuisce ad aumentare il valore per il cliente. I cambiamenti nei processi esterni dettati dall'Industria 4.0 comportano una riduzione del time-to-market. L'Industria 4.0 garantisce una sempre più profonda conoscenza del cliente e un suo maggiore coinvolgimento nei processi, che, di conseguenza, migliora la sua soddisfazione. Inoltre, la capacità di raccogliere i dati concernenti, i clienti, permette di attrarne di nuovi, attraverso comunicazioni mirate, senza la necessità di un'intensa attività di marketing.

- **Prodotti:** i prodotti dell'Industria 4.0 sono prodotti smart, dotati di nuove caratteristiche e funzionalità. Questi prodotti sono in grado di auto-gestirsi, auto-adattarsi e di scambiare informazioni sull'ambiente, sull'uso e sul proprio stato con altri dispositivi smart. I sistemi software di cui sono dotati i prodotti, costantemente aggiornati e migliorati nei parametri, ne permettono la tracciabilità e il monitoraggio digitale del prodotto in uso ma anche in eliminazione, assicurando un miglioramento delle condizioni di utilizzo dello stesso. La comunicazione di questi prodotti con i clienti è ulteriormente assistita da interfacce comunicative, che semplificano l'interazione con l'utente. L'attenzione verso il cliente e le informazioni raccolte su questo permettono di personalizzare il prodotto in modo da soddisfare i suoi bisogni e le sue necessità. La caratteristica smart attribuisce al prodotto una capacità di autogestione durante tutto il ciclo di vita; esso rimane connesso con il produttore cui fornisce, indirettamente, informazioni utili alla sua ottimizzazione e all'innovazione. La maggiore vicinanza al cliente e la relazione costante con questo, permettono all'impresa l'estensione gamma prodotti, ma anche di

allargare l'offerta con servizi complementari post-vendita, come la manutenzione predittiva, che sono sviluppati e offerti sulla base delle informazioni che riguardano il cliente. La combinazione di beni e servizi smart rappresenta uno degli aspetti più innovativi di Industria 4.0, che si traduce in una migliore customer experience e in una relazione ancora più solida tra il cliente e l'impresa.

L'Industria 4.0 trasforma anche la catena del valore esterna riducendone la complessità e permettendo di elevarne il grado d'integrazione end-to end e di automazione, soprattutto grazie alle tecnologie digitali, che spostano i confini fisici dell'impresa, in cui le interazioni con l'ecosistema industriale avvengono in tempo reale. Le piattaforme collaborative interconnesse creano un ambiente produttivo 'in rete', basato su collaborazioni flessibili. Tutto questo garantisce maggiore trasparenza ed efficienza all'interno della catena del valore, soprattutto attraverso il riconoscimento e la risoluzione alla fonte delle inefficienze e dei rischi, e l'incremento della solidità e reattività ai cambiamenti esterni. Ciò migliora la capacità e la precisione delle previsioni e contribuisce a una maggior velocità e collaborazione nei processi d'innovazione. Le trasformazioni avvengono a livello di:

- Fornitori: si crea una rete di fornitori smart, all'interno della quale si sviluppano partnership con collaborazioni ad hoc. L'interconnessione tra i diversi attori permette inoltre l'ottimizzazione in tempo reale della gestione delle forniture per la produzione.
- Clienti: l'Industria 4.0 permette di integrare i bisogni e le preferenze dei clienti nello sviluppo dei prodotti e quindi di co-creare con essi i prodotti. Lo sfruttamento dei dati e delle analisi consentirà di prevedere la domanda e di creare un'offerta che permetta loro di ridurre i propri costi operativi, che contribuirà a rafforzare la relazione con essi. Le innovazioni tecnologiche dell'Industria 4.0 stanno attivando il fenomeno delle

"aspettative emergenti", che consiste nell'attitudine del cliente a trasferire ad ambiti anche distanti le attese emerse in un contesto/ settore specifico. Questo fenomeno può rendere più facile l'innovazione per le imprese che sapranno leggere queste aspettative e cogliere le opportunità migliori per il proprio business.

Gli impatti dell'industria 4.0 sui fattori strategici che portano al successo sono:

1. Adattabilità, collaborazione (uomo-macchina), integrazione, disponibilità, affidabilità, accessibilità, produttività e time-to-order – riconducibili alla dimensione strategica dell'eccellenza operativa;
2. Qualità materiali, prestazioni, novità, time-to-market e qualità immateriali – riconducibili alla dimensione strategica della leadership di prodotto;
3. Qualità immateriali, personalizzazione, coinvolgimento e servizi complementari – riconducibili alla dimensione strategica dell'intimità con il cliente;
4. Condivisione, life (work) style e sostenibilità – riconducibili alla nuova dimensione strategica della sostenibilità nelle dimensioni economica, ambientale e sociale.

All'innovazione tecnologica, occorre affiancare l'innovazione strategica di modello di business. L'obiettivo in questo caso è ridurre i costi eliminando i fattori non più critici di successo, ma incrementando nel frattempo i ricavi introducendo nuovi fattori critici di successo. Il possibile impatto di Industria 4.0 sui fattori critici di successo, e quindi sulle dimensioni strategiche, permette di progettare nuove proposte di valore per creare nuovi modelli di business. Le aree di business dell'industria 4.0 più rilevanti sono:

1. Smart manufacturing;
2. Elevata personalizzazione delle produzioni;

3. Hub & spoke produttivi è un sistema d'organizzazione di produzioni o erogazioni di servizi basato da un hub (headquarter, fabbrica o centro servizi di primo livello) che fornisce prodotti o servizi a unità periferiche che dipendono in toto dal centro;
4. Servizi di gestione hardware e software per governare le tecnologie;
5. Servitizzazione dei prodotti grazie ai sensori installati su essi;
6. Customer experience digitale e inclusiva;
7. Gestione dei big data;
8. Prodotti smart;

L'Industria 4.0 permette comunque di progettare nuove proposte di valore per ridefinire i modelli di business vincenti in tutti settori e non solo in quello manifatturiero. Un esempio indicativo è il settore sanitario che risulta tra quelli meno colpiti dalla pandemia. La possibilità di creare cartelle cliniche elettroniche continuamente alimentate da dati sullo stato di salute dei pazienti raccolti autonomamente attraverso dispositivi connessi e di elaborare in tempo reale tali dati attraverso l'intelligenza artificiale, permetterà di perfezionare l'affidabilità delle diagnosi, delle cure e del monitoraggio del decorso delle malattie. Permetterà anche di conoscere in anticipo la probabile manifestazione di un problema di salute e se esso richieda o meno l'ospedalizzazione. Questo permetterà a sua volta di aumentare l'efficacia ma anche l'efficienza delle cure ospedaliere, e di compiere la diagnostica e una parte delle cure da casa prevenendo visite ospedaliere non necessarie. Permetterà così lo 'spacchettamento' dei servizi erogati dall'assistenza sanitaria di base portando alla nascita di nuovi modelli di business.

L'Industria 4.0 permette inoltre di progettare nuove proposte di valore per creare addirittura nuovi business (combinazione di settori/mercati). Questo partendo dalla soddisfazione di bisogni emergenti, ma anche di quelli esistenti a livello sociale che i consolidati modelli di profitto basati sulla tradizionale transazione monetaria non riescono ad appagare. La creazione di un nuovo business può

essere opera d'impresa già consolidate e operanti in business attigui attraverso il lancio di re-startup. I leader di settore del futuro saranno, infatti, quelli che coglieranno le opportunità offerte dalla quarta rivoluzione industriale per sviluppare modelli di business disruptive. Soprattutto per le imprese italiane la vera opportunità offerta da Industria 4.0 è quindi la possibilità non tanto di recuperare efficienza operativa per "fare meglio le stesse cose", quanto di innovare la propria strategia per "fare cose diverse o fare le stesse cose ma in modo diverso al fine di distinguersi dai competitor". L'obiettivo non è "giocare meglio degli altri", bensì "cambiare le regole del gioco" che finora sono state fissate dalle grandi imprese, in primis statunitensi e tedesche, per rendere addirittura difficile alle PMI anche solo partecipare al gioco. La rivoluzione industriale in atto apre, infatti, grandi opportunità alle PMI italiane per creare nuovi mercati intercettando bisogni latenti o addirittura creando bisogni inesistenti attraverso lo sviluppo d'innovativi modelli di business. Questo a livello di singola impresa, ma anche e soprattutto di filiera produttiva. Intercettando la spinta tecnologica e d'innovazione legata alla rivoluzione industriale in corso, le PMI italiane hanno l'opportunità di sfruttare le proprie potenzialità per organizzare, integrare e disciplinare le filiere produttive alle quali pertengono, passando da un modello frammentato a un modello di ecosistema intelligente e interconnesso, in cui le imprese operano congiuntamente, per fornire un prodotto competitivo. L'aggregazione delle PMI in network d'impresa interconnesse faciliterà anche il loro accesso alle risorse sia finanziarie, che tecnologiche e, più in generale, l'accesso alle fonti di conoscenza. In sintesi, la quarta rivoluzione industriale può permettere un radicale riposizionamento competitivo del sistema produttivo italiano se le opportunità offerte dalle tecnologie abilitanti Industria 4.0 saranno sfruttate per disegnare nuovi modelli di business funzionali a intercettare al meglio la crescente domanda di Made in Italy. Se le opportunità offerte da Industria 4.0 saranno sfruttate al meglio, combinando le caratteristiche della trasformazione digitale in corso con quelle della struttura imprenditoriale italiana, il Paese non dovrà più inseguire i suoi

competitor. Per riuscire però a sfruttare appieno le opportunità offerte da Industria 4.0 molte imprese italiane, saranno costrette a investire su:

- L'infrastruttura digitale per potenziarla in termini di capacità di calcolo, connessione, sicurezza, protezione e affidabilità data la grande quantità d'informazioni che saranno memorizzate, trasferite e processate;
- I meccanismi di governance e leadership per assicurare un'implementazione coerente dei processi di trasformazione digitale in tutta l'organizzazione, evitando lo sviluppo d'iniziative disconnesse;
- Le persone per sviluppare nuove competenze e modalità di lavoro all'interno di strutture organizzative decentralizzate e con forme virtuali di collaborazione.

Mercati applicazioni principali 4.0

In questo paragrafo, dopo aver analizzato lo scenario generale del mercato dell'industria 4.0, le previsioni future, i principali ostacoli e opportunità che presenta, i vantaggi fiscali offerti dal piano governativo e i benefici producibili dalle tecnologie; vedremo nello specifico le maggiori opportunità di mercato per le applicazioni che apportano i maggiori benefici all'industria manifatturiera: IIoT (Industrial Internet of Things), i veicoli autonomi AMR, il MES (Manufacturing Execution System), i sensori RFID, i Cobot e l'IA (Intelligenza artificiale soprattutto il machine learning).

IIOT

Iniziamo con qualche dato dell'Osservatorio del Politecnico di Milano. In Italia nel 2020 il 68% dei progetti attivi era nelle grandi aziende, ma è in diminuzione il gap delle PMI. Tra questi il 66% trattava di processi produttivi, il 27% di logistica e il 7% di gestione del ciclo di vita dei prodotti. Negli ultimi anni il mercato è sempre cresciuto, solo la pandemia ha causato un calo del 3%, (quindi limitata in linea con l'andamento registrato nei principali paesi occidentali che oscilla fra il -5% e il +8%), e attestandosi su un valore di 6 miliardi di euro. Infatti, le imprese hanno cambiato i propri progetti e investimenti. Comunque l'IIoT presenta ancora un forte potenziale di crescita futura poiché il 15% delle PMI e il 12% delle grandi aziende ritengono prioritario attivare iniziative di IIoT. Il 22% delle grandi imprese ha aumentato il budget dedicato ai progetti IIoT per l'Industria 4.0 (contro il 14% che l'ha ridotto), contro l'11% delle PMI (il 12% l'ha diminuito), mentre un quarto delle grandi imprese e un terzo delle PMI rimandano la decisione ai prossimi mesi. Complessivamente il mercato è dinamico, in salute, e in futuro avrà una forte crescita anche grazie alla maggior consapevolezza della cultura digitale portata dall'emergenza sanitaria che ha evidenziato come l'IIoT può ricoprire un ruolo chiave per la competitività delle imprese. L'implementazione di questi nuovi servizi passa dalla gestione dei dati dai dispositivi connessi che purtroppo è ancora scarsa sia nelle grandi aziende (solo il 38% usa i dati) sia nelle PMI (39%), a causa di scarse competenze e risorse finanziarie e della difficoltà d'integrazione tecnologica. Fino a poco tempo fa il panorama tecnologico industriale era limitato a soluzioni poco sofisticate come gli operatori per il controllo qualità.

AMR

I veicoli autonomi di ultima generazione hanno lo scopo principale di essere utilizzati per svolgere mansioni che permettono di liberare le persone affinché possano svolgere attività a più alto valore aggiunto e di eliminare gli sprechi. Secondo un esperimento svolto in magazzino, è stato possibile risparmiare, grazie agli AMR, 40 ore di lavoro a settimana⁹, quindi lo stesso numero di ore settimanali di una persona a tempo pieno. I software per la gestione dei veicoli permettono inoltre, la corretta distribuzione delle mansioni tra robot, in modo che questi possano svolgere il compito nel minor tempo possibile, controllando che gli AMR si spostino automaticamente alla stazione di ricarica e si ricarichino tra una missione e l'altra, in modo da minimizzare i tempi d'inattività. Grazie alla collaborazione tra dipendenti e mezzi, infatti, l'utilizzo di veicoli autonomi aiuta alla creazione di un miglior ambiente di lavoro e più soddisfazione dei dipendenti perché si occupano solo di mansioni rilevanti.

MES

I Manufacturing Execution System sono la vera e propria "spina dorsale" dell'Industria 4.0, poiché il MES si pone a metà strada tra gli ERP e i sistemi di controllo, monitoraggio e tracciamento sul campo, attingendo informazioni dai primi per consegnarli ai secondi, e viceversa. I metodi principali di vendita dei MES sono due:

⁹ Stima dal sito Universal Robots

- ❖ Grandi player internazionali con alti numeri di licenze vendute, basso costo marginale di produzione, perché generalmente permettono poca personalizzazione ed economie di scala enormi che spesso portano al dominio del mercato, infatti, i leader si trovano ad avere una quota di

mercato importante, con le aziende minori che si dividono le piccole percentuali, rimaste con forte concorrenza.

- ❖ Rivenditori indipendenti specializzati che operano con un approccio altamente personalizzato in modo da soddisfare al meglio i clienti offrendo anche un efficace supporto post-vendita con il risultato di creare MES cuciti su misura del cliente costantemente aggiornati e dinamici ai cambiamenti dell'ambiente competitivo.

Sicuramente i player hanno la forza di avere molti clienti, tuttavia i rivenditori possono maggiormente fidelizzare i clienti B2B grazie alla maggior flessibilità. L'industria del software presenta alti numeri di licenze vendute, basso costo marginale di produzione ed economie di scala enormi che spesso portano alla dominanza di poche aziende. Il mercato, infatti, spesso ha caratteristiche per cui i leader di mercato si trovano ad avere una quota di mercato importante, con le aziende minori che si dividono le piccole percentuali, rimaste con forte concorrenza. Acquisire molti clienti col canale diretto è sicuramente importante, tuttavia lo sviluppo di una rete di partner di canale indiretto è particolarmente strategico per l'autonomia e il maggior numero di potenziali clienti raggiungibili. Sono diversi i fattori critici di successo. La comprensione dei problemi, difficoltà ed esigenze dei clienti porta ad avere un sistema MES proattivo: capace da un lato, di comunicare con gli impianti e sistemi per trovare la migliore via di ottimizzazione, dall'altro di guidare e assistere gli operatori nello svolgimento delle loro mansioni.

RFID

Il sistema RFID è utilizzato per l'identificazione e tracciamento automatico di prodotti o persone. Permette una migliore efficienza nel settore della logistica e movimentazione di merci. Per tracciabilità s'intende "la capacità di usare strumenti informatici per seguire i movimenti dei prodotti all'interno della fabbrica applicando dispositivi digitali alla gestione del ciclo di vita dei prodotti e delle transazioni¹⁰". La tracciabilità è una funzione fondamentale all'interno del contesto della fabbrica intelligente poiché determina un aumento dell'efficienza tramite una razionalizzazione della gestione della produzione. Questa permette maggior conformità e qualità, due ambiti in cui le aziende investono già da anni per rimanere competitive sul mercato perché si è in grado di controllare la qualità dei prodotti finali in maniera molto più semplice. Inoltre è utile per prevenire la contraffazione spesso utilizzata per copiare i prodotti delle imprese italiane causando loro perdite ingenti. I sensori, a questo scopo, possono operare in tutti i settori industriali. In pratica permette un pieno controllo delle spedizioni e azzerare i tempi d'inventario rendendo possibile redigere con estrema facilità un piano di rifornimento degli articoli come conseguenza dell'incrocio dei dati riguardanti l'inventario e alle preferenze dei clienti. Le imprese retail che utilizzano i tag RFID possono aspettarsi un incremento delle vendite del 5,5%¹¹. Un sondaggio condotto tra vari rivenditori di abbigliamento e alimentari (Decathlon, Adidas, e altri) che hanno usato una serie di sistemi RFID su piccola e grande scala ha evidenziato che tutte le imprese hanno registrato un aumento delle vendite dopo l'implementazione di questa tecnologia. L'aumento è possibile tramite 4 interventi:

¹⁰ Definizione da sito ISI

¹¹ Dati da Measuring the Impact of RFID

1. Riduzione del rischio di esaurimento scorte

2. Miglioramento della disponibilità dei prodotti

3. Miglioramento del servizio offerto ai clienti

4. Incremento della soddisfazione dei clienti

Il collegamento dei primi due è diretto perché inerenti al processo di vendita legato alla creazione di dati possibile tramite l'RFID per la segmentazione dei clienti. Invece gli altri due sono indiretti perché permettono una riduzione dei costi dell'impresa per il personale addetto a operazioni diventate automatiche come l'inventario e dall'altra perché i clienti torneranno più facilmente dall'impresa perché trovano sempre i prodotti richiesti aumentando le vendite future. A riguardo della diminuzione dei costi legati al personale per la gestione del magazzino, è una diretta conseguenza dei RFID perché riducono quasi al 100% il tempo necessario per l'inventario e identificazione dei prodotti in magazzino. Inoltre, rende anche per i clienti il processo più semplice e immediato e permette di servire più clienti all'impresa.

Cobot

A fronte della pandemia le aziende hanno compreso la necessità di attuare cambiamenti radicali e di ristrutturare le loro attività produttive e le infrastrutture affiliate automatizzando i processi chiave. Date le restrizioni imposte al lavoro umano durante la pandemia, molte piccole e medie imprese hanno iniziato ad adottare i cobot, al fine di automatizzare le attività ripetitive e semplici. Il numero di unità installate è ancora basso, con una quota del 3,24%, infatti, nel 2018 meno di 14mila degli oltre 422mila¹² robot industriali

installati erano cobot. è un mercato potenzialmente di grande interesse e crescita in Italia. Secondo uno studio di Roots Analysis, società di ricerche di mercato e consulenza specializzata per l'industria farmaceutica, lo scenario globale dei robot collaborativi, 2020-2030, è destinato a crescere a un tasso annuo di crescita composto (CAGR) del 30,7%, con un aumento previsto delle vendite di cobot del 10% entro il 2025. Nei dati raccolti da Interact Analysis (compagnia d'analisi di mercato nel settore dell'automazione) ha registrato per la prima volta una crescita negativa -11,3% di entrate e -5,7% di esportazioni¹³, dovuta alla pandemia, inoltre le loro previsioni prevedono nel 2021 che il mercato crescerà di quasi il 20%. Il rimbalzo proseguirà negli anni successivi, con un tasso di crescita stimato tra il 15-20% fino al 2028 raggiungendo un valore annuo globale di 1,94 miliardi di dollari entro il 2028, arrivando a rappresentare il 15,7% del mercato dei robot. La crescita nei prossimi anni sarà guidata dall'industria automobilistica, farmaceutica ed elettronica, che sono stati i settori di maggior impiego dei cobot nel 2019. Tra le applicazioni più frequenti ci sono i processi di manipolazione dei materiali, assemblaggio e pick and place. La maggior parte dei Cobot venduti nel 2019 sono stati quelli con una capacità di carico da 0 a 9 kg¹⁴ ed è previsto che sarà un trend presente anche nei prossimi anni per le limitazioni della velocità di funzionamento dei Cobot di capacità superiore. Nell'immagine si rileva la presenza dei Cobot nei vari settori produttivi.

12 13 Dati sito Industria Italiana

14 Dati universal robots

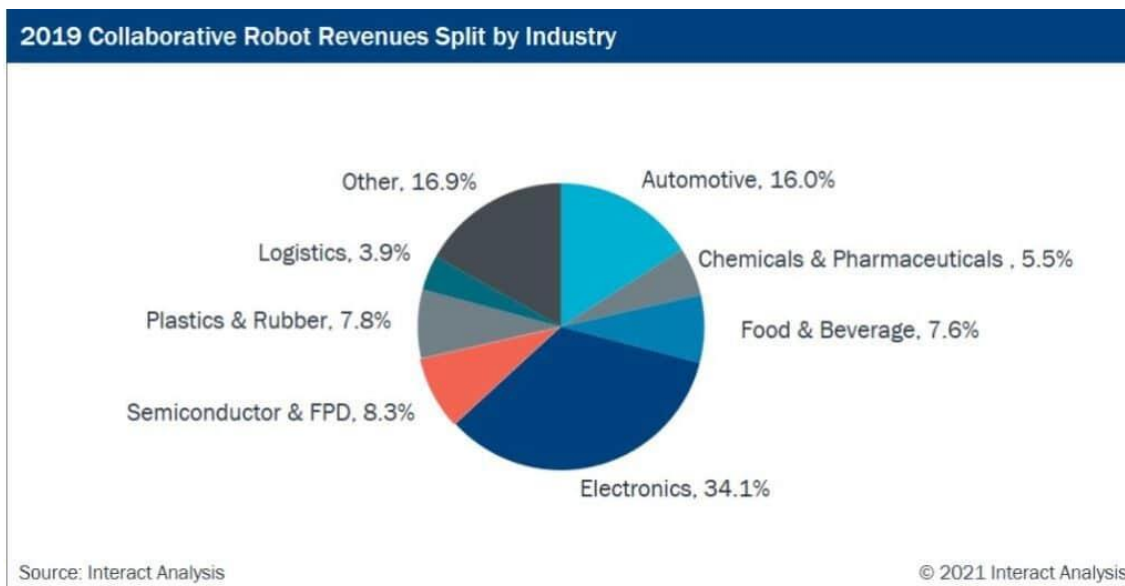


Fig. 22 "La distribuzione dei ricavi del mercato dei Cobot per settore". Fonte: Interact Analysis.

Dai dati si evidenzia come sono presenti variazioni nell'utilizzo dei cobot per risposta a specifiche esigenze regionali. In Europa c'è un grande utilizzo nello sviluppo dei prodotti soprattutto nell'industria automobilistica ed elettronica. Anche se le previsioni indicano che nei prossimi 5 anni queste industrie continueranno ad avere un ruolo chiave nell'applicazione dei cobot, Interact Analysis prevede una grande crescita dell'utilizzo di questi robot nei settori chimico, farmaceutico e nel food. Infatti, sono i settori con la più bassa presenza attuale di Cobot. Tra i modelli più venduti secondo le analisi di Abi Research, una società di consulenza, saranno i bracci robotici collaborativi con 11,8 miliardi di dollari entro il 2030, con un significativo aumento rispetto ai 711 milioni di dollari del 2019. Ed è solo l'inizio, perché fra pochi anni i cobot saranno più intelligenti e non avranno bisogno di un linguaggio di programmazione specifico. Si va dunque sempre più verso un'ottica in cui il tempo d'installazione si riduce sempre di più. La presenza di Cobot in fabbrica è ormai un trend irreversibile e inarrestabile per mantenere un'elevata competitività. Anche le PMI grazie ai costi contenuti d'installazione e la facilità di programmazione possono utilizzarli

tramite il “teach by doing”, il robot collaborativo apprenderà dall’esempio umano, osservando il comportamento degli operatori. In Italia la cobotica è agli albori per una questione culturale, per fortuna la pandemia ha reso più consapevoli molti imprenditori dell’opportunità dei Cobot. Pure l’operatore vede come l’apporto umano è valorizzato, e che il cobot lo sgrava dalle mansioni di basso valore e sul medio-lungo periodo porta benefici all’impresa. Nel periodo attuale i cobot aiutano con le distanze sociali ma saranno anche un vantaggio per la produttività post-pandemia in termini di reattività ai cambiamenti, flessibilità della produzione e sicurezza dei luoghi di lavoro. D’altronde la sicurezza è uno dei temi focali che hanno ispirato la loro ideazione, sono per definizione meno performanti e meno efficienti dei robot industriali, ma garantiscano un’interazione sempre più efficace tra operatore e macchinario. La sicurezza del lavoratore deve essere garantita a prescindere e senza l’ausilio di dispositivi esterni. Se con l’avvento di Industria 4.0 si è cercato di rendere definitivo questo nuovo paradigma, l’accelerata è arrivata “grazie” al Covid. Purtroppo le aziende hanno ancora una percezione per certi versi parziale dei cobot: riconoscono alla tecnologia collaborativa i suoi vantaggi ma ciò che ancora si stenta ad apprezzare fino in fondo è la loro trasversalità e versatilità, la capacità di agire su diversi e numerosi settori industriali, così come sulla pressoché totalità delle applicazioni produttive. Al primo contatto molte aziende li considerano strumenti fragili, inadatti alla severità dell’ambiente industriale. È un falso pregiudizio si tratta anzi di strumenti la cui resistenza è ormai comprovata dalle molte applicazioni in cui sono impiegati. È quindi indispensabile, al fine di una compiuta alfabetizzazione co-robotica, una formazione accurata per cambiare la cultura e percezione attuale.

Il mercato dell'intelligenza artificiale, secondo i dati dell'Osservatorio del politecnico di Milano, nel 2020 ha registrato crescita del 15% rispetto al 2019 e raggiungendo un valore di 300 milioni di euro, di cui il 77% commissionato da imprese italiane (230 milioni) e il 23% come export di progetti (70 milioni). La spesa è trainata dalla componente dei software, che vale il 62% del mercato, i servizi valgono il 38%. La maggior parte degli investimenti è dedicata ai progetti di analisi dati (33%), machine learning per analizzare ed estrarre informazioni dai dati, mentre le iniziative che sono cresciute di più in termini di risorse sono chatbot e virtual assistant (10%, +28%)¹⁵. Nonostante la pandemia, l'IA è presente nel 53% delle imprese medio-grandi italiane e sono cresciute le realtà che stanno attuando progetti operativi, passate dal 20% del 2019 all'attuale 40%. La crescita è spinta soprattutto dai software, su cui si concentra il 62% della spesa, guidata dalla vendita di licenze di software commerciali e dallo sviluppo di software o algoritmi personalizzati. I servizi coprono il restante 38% del mercato e sono rappresentati principalmente da società di consulenza. I progetti di IA che attirano più investimenti sono gli algoritmi per analizzare ed estrarre informazioni dai dati, che coprono il 33% della spesa. Molte grandi imprese hanno attivato almeno un progetto di IA nel corso del 2020, queste iniziative si concentrano sulla crescita organizzativa e culturale oltre che sulla valorizzazione dei dati e lo sviluppo di algoritmi di machine learning. Invece le medie aziende sono piuttosto arretrate nell'implementazione dell'IA. Il 91% del campione analizzato dall'Osservatorio ha un giudizio positivo sulle iniziative di IA, con risultati sopra o in linea con le aspettative, solo il 9% sperava in risultati migliori. La pandemia non ha frenato il percorso di avvicinamento all'IA delle imprese, ma ha comunque ridotto le risorse disponibili.

¹⁵ Fonte dati osservatorio politecnico di Milano

La diminuzione del budget è stata la principale barriera all'adozione delle soluzioni di IA, soprattutto nelle realtà più piccole e nei settori più colpiti come

la manifattura. Molte imprese si trovano ancora in fase di avvicinamento al machine learning, hanno avuto un approccio graduale partendo dalla conoscenza basilare per identificare i potenziali benefici. Mentre altre hanno ricevuto uno stimolo dalla filiera: clienti che richiedono servizi e prodotti più innovativi, fornitori tecnologici, competitor. Tra le diverse soluzioni di IA le più interessanti sono:

- Assistenti virtuali per assistenza ai clienti, ambito HR per la selezione dei candidati o per migliorare l'interazione con comandi vocali. Sono abbastanza diffusi nelle imprese.
- Applicazioni di Natural Language Processing, seppur poco presenti in questo periodo, hanno un alto potenziale in particolare per automatizzare la ricerca di documenti, tradurre o riassumere testi o valutare il sentiment di recensioni di prodotti. Infatti, è previsto un grande sviluppo nel prossimo futuro grazie alla sempre più performante capacità degli algoritmi.
- Sistemi di automazione avanzata per governare i processi in modo più efficiente e in tempo reale senza intervento umano come gli AMR e Cobot di cui abbiamo già parlato sono poco diffusi. Hanno un potenziale perlopiù esplorato, in Italia ci sono ancora pochi casi d'applicazione. Tra questi sistemi quelli relativi alla visione i Computer Vision sono già abbastanza diffusi, comunque grazie alla loro flessibilità e utilità in molti processi produttivi per il controllo qualità riducendo il numero di prodotti non conformi, personalizzazione prodotti, rapidità delle produzioni, analisi e miglioramento attributi dei prodotti.

Ovviamente queste soluzioni sono state selezionate in base alle emergenti necessità nate dall'ambiente attuale sempre più digitale che sta ottenendo l'obiettivo di aumentare la maturità tecnologica indispensabile per rimanere

sul mercato. Ecco perché l'uso dell'IA sarà una leva competitiva importante, chi per primo adotterà questa soluzione sarà avvantaggiato rispetto ai competitor. La sua implementazione non va più vista come un modo per licenziare personale, al contrario deve rappresentare un supporto positivo alla loro produttività e al benessere sul posto di lavoro. Il mercato vedrà una forte crescita anche grazie agli investimenti pubblici in tema previsti entro il 2025. Un metodo per ovviare alla mancanza di competenze è collaborare, creare o acquisire una start-up, nel triennio 2017-2019 complessivamente hanno raccolto nel mondo 18,5 miliardi di dollari con un finanziamento medio di 13,1 milioni. In Italia complessivamente i finanziamenti raccolti ammontano a 8 milioni per una media di 890.000 dollari¹⁶ per startup. Per effetto delle acquisizioni da parte delle grandi imprese.

16 Fonte dati osservatorio politecnico di Milano

Analisi dati interviste e questionari online

Interviste e questionari

Nel complesso per approfondire il tema concretamente ho visitato 6 aziende e avuto 5 risposte al questionario online per parlare di: investimenti in industria 4.0, processo d'implementazione delle tecnologie 4.0, innovazione in impresa ed approccio alla gestione dei cambiamenti. Il campione di imprese intervistate come potrete leggere nelle presentazioni è molto variegato con la presenza di imprese quotate, di varie dimensioni e differenti visioni.

Graficasette & Sevenmedia

Il 7 maggio 2021 ho visitato la tipografia GraficaSette situata a Bagnolo Mella in provincia di Brescia. Ha clienti in tutta Italia e molti di essi esportano all'estero. Offre servizi di stampa off-set e digitale di alta qualità e di grafica. Opera insieme a Sevenmedia che si occupa dei servizi di comunicazione digitale e realizzazione di piani di comunicazione alle imprese con lo scopo di offrire ai clienti un servizio completo a 360 gradi dalla stampa fisica alla realizzazione di siti web. L'obiettivo è dare ai clienti una miglior immagine della propria azienda. Sono due aziende familiari, Sevenmedia è nata dopo per l'evoluzione del mercato dettata dalla rivoluzione digitale. Infatti, GraficaSette è stata fondata nel 1977 dal padre di Nicola Cattina mentre SevenMedia nel 2015. Insieme hanno 35 dipendenti e nel 2019 hanno avuto un fatturato di circa 5 milioni di euro. La pandemia ha portato una contrazione del 15% soprattutto data dall'allestimento fieristico rimasto bloccato.

Ho avuto il piacere di intervistare Nicola Cattina socio di Sevenmedia.



Figura 23 "Logo Graficasette e Sevenmedia". Fonte sito web GraficaSette

Plumake SRL

Il 3 giugno ho visitato la Plumake SRL, una start-up innovativa fondata nel 2013 con sede a Grezzana in provincia di Verona con la mission di appassionare al cambiamento tecnologico. Lavora nei campi di Automazione Industriale e Industria 4.0, con l'obiettivo di progettare soluzioni innovative insieme ai clienti per le loro necessità utilizzando anche l'ottica di open innovation. Rientra tra la categoria dei system integrator: integra all'interno delle imprese le nuove tecnologie 4.0 (l'ultima frontiera tecnologica nell'automazione industriale) per sfruttare i vantaggi in termini di costi, innovazione e tempi alle attività dei clienti collegando i macchinari ai MES/ERP delle aziende clienti. Quindi creano sistemi gestionali ad hoc per i clienti, sviluppa soluzioni hardware e software per le funzioni aziendali e per il controllo delle attività.



Fig. 24 "Logo PLUMAKE". Fonte: sito PLUMAKE

In ambito di automazione industriale sono esperti in:

- ✓ PLC dispositivi elettronici per attuare logiche di controllo dei macchinari.
- ✓ HMI le interfacce uomo-macchine che permettono le interazioni tra gli impianti e gli operatori.
- ✓ SCADA cioè controllo e acquisizione dei dati grazie a un sistema informatico per il monitoraggio.
- ✓ Azionamenti cioè gli oggetti che movimentano carichi meccanici mantenendo sotto controllo le grandezze necessarie al movimento.

A riguardo delle applicazioni 4.0 tra le altre implementano:

- Industrial Internet of Things
- Stampa 3D
- Intelligenza Artificiale
- Cobot

Inoltre nella gestione dei collaboratori adottano la filosofia "Holacracy" incentrata su: autonomia e fiducia dei collaboratori da parte dei manager, controllo per obiettivi, rapida risoluzione dei problemi. Tutto ciò con l'obiettivo di creare un clima aziendale favorevole e sereno per rispondere al meglio alle richieste dei clienti e creare una miglior condizione lavorativa dei dipendenti, questa filosofia

si adatta al self-management cioè l'auto controllo dei collaboratori senza il bisogno di avere un capo cui sottostare gerarchicamente. Conta un fatturato di 500mila euro e 12 collaboratori.

Ho intervistato Alberto Valente uno dei quattro soci fondatori della Plumake SRL.

Fratelli Poli SRL

Nella giornata del 4 giugno 2021 ho visitato la Fratelli Poli SRL. L'azienda è nata nel 1968, la sua sede si trova a Breganze in provincia di Vicenza. Opera nel settore metallurgico, in particolare è specializzata nella lavorazione del metallo a freddo. Offre un servizio completo ai clienti svolgendo le fasi di progettazione, stampaggio e taglio laser grazie all'utilizzo di avanzate tecnologie. La vision consiste nello sviluppare prodotti di metallo per la risoluzione dei problemi tramite l'esperienza e la capacità dell'impresa appresa in più di 50 anni. La mission è essere un punto di riferimento per le imprese del settore metalmeccanico stando sempre al passo con le innovazioni. L'impresa ha clienti in molti settori diversi tra loro: medicale, agricoltura, elettronico e refrigerazione, illuminazione e arredamento, energie rinnovabili e automotive. Ogni servizio richiesto dai clienti segue un preciso metodo di project management svolto con il supporto di professionisti esterni per riuscire



a soddisfare al meglio le richieste dei clienti grazie a tecnologie avanzate come il reverse engineering e software 3D. L'approccio all'innovazione in impresa è favorito dalla collaborazione con l'Università di Padova, convinti dell'impegno nel cercare sempre nuovi metodi di produzione e materiali per i prodotti; infine si caratterizzano da una cultura aperta al cambiamento pur mantenendo forti legami con la tradizione contraddistinta dall'impegno e volontà di rappresentare un punto di riferimento per le altre aziende e l'ambizione di diventare e mantenere posizioni da leader nelle proprie aree di business. Attualmente hanno 23 dipendenti e circa di 2 milioni di euro di fatturato.

Ho avuto l'occasione di intervistare Paola e Daniele Poli, figli di Antonio Poli responsabili rispettivamente della qualità e dell'ufficio tecnico.

Cosberg SPA

Il 7 giugno 2021 ho visitato la Cosberg Spa presso la sua sede centrale di Terno d'Isola in provincia di Bergamo. Fondata nel 1983, opera nel settore meccanico. L'impresa studia, progetta e costruisce macchinari per l'automazione dei processi di montaggio, questi possono ridurre i costi di produzione aumentando l'efficienza e la qualità dei prodotti. È un'azienda front-runner nel campo dell'innovazione, ha vinto numerosi concorsi nazionali e mondiali di riconoscimento all'approccio all'innovazione. Ciò è utile per offrire un servizio migliore al cliente: l'audacia ingegneristica delle innovazioni, l'utilizzo di tecnologie sempre più avanzate, il continuo investimento nella ricerca e nello sviluppo ha contribuito a rendere Cosberg una realtà di respiro internazionale.



Fig.26 "Logo COSBERG SPA". Fonte sito Cosberg spa

Le soluzioni di Cosberg sono utilizzate in molti settori: arredamento, automotive, elettromeccanico, cosmetico, farmaceutico, medicale, occhialeria, oreficeria, orologeria, moda, meccatronico, componenti per idraulica, pneumatica e oleodinamica. Le tecnologie principali utilizzate sono: gruppi di alimentazione per componenti di varie dimensioni, robot, impianti automatizzati per lavorazioni particolari, sistemi di controllo qualità prodotti e di manutenzione da remoto dei macchinari grazie a una raccolta di dati tramite IIoT. La maggior parte del suo fatturato proviene dall'esportazione in tutto il mondo essendo leader nel settore dell'automazione per la garanzia di offrire soluzioni uniche a ogni cliente. Infatti, l'azienda ha come valori più importanti: esperienza, entusiasmo, affidabilità e professionalità, responsabilità sociale, internazionalità e innovazione. Si definisce una multinazionale tascabile perché grazie ai suoi software dalla sede centrale italiana, l'azienda può controllare da remoto le linee di produzione localizzate nel mondo poi, uniscono le peculiarità delle piccole imprese con la struttura manageriale delle grandi realtà. Il valore aggiunto di Cosberg è di seguire l'intero processo della sua filiera: dalla progettazione alla costruzione, fino alla manutenzione. Grazie alla capacità e integrazione di diverse competenze è in grado di utilizzare la maggior parte delle applicazioni 4.0 viste

in precedenza secondo le necessità dei clienti. La catena creata è come una piccola università della mecatronica, in cui si fondono esperienze e specializzazioni complementari. A oggi Cosberg può contare su più unità dislocate a Firenze, in Francia, in Brasile e in Slovenia. Inoltre le dimensioni del gruppo consentono di operare in una logica di open innovation con i partner della società in modo tale da operare sinergie grazie alla condivisione delle informazioni. Il gruppo è uno dei promotori di Intellimech, uno dei maggiori consorzi di ricerca precompetitiva nella mecatronica. Infatti, l'approccio continuo alla ricerca e sviluppo e all'innovazione è uno dei segni distintivi più importanti del gruppo. Recentemente il 31 maggio il CEO Gianluigi Viscardi è stato nominato Cavaliere del Lavoro per l'impegno per la valorizzazione delle persone e dell'ambiente in cui operano le aziende, favorendo l'inserimento dei giovani talenti e contribuendo in modo efficace alla crescita delle imprese, in particolar modo delle PMI ricoprendo molti ruoli importanti come: membro della squadra di Confindustria dedicata all'innovazione, presidente del Digital Innovation Hub della Lombardia, vice presidente e membro del comitato tecnico scientifico del cluster tecnologico nazionale fabbrica intelligente. Il gruppo Cosberg Spa conta 103 dipendenti di cui 72 presenti nella sede di Terno d'Isola e un fatturato di 22 milioni di euro.

Ho intervistato Mauro Viscardi a capo dell'innovazione in Cosberg.

Fine Foods & Pharmaceuticals N.T.M. S.p.A.

Il 10 giugno 2021 mi sono recato alla Fine Foods & Pharmaceuticals N.T.M. S.p.A. presso la sede di Verdellino-Zingonia in provincia di Bergamo. L'impresa è stata fondata nel 1985 come laboratorio per lo studio di tecnologie farmaceutiche, con il passare del tempo sono stati aperti due stabilimenti: uno presso la sede e uno

a Brembate, fatte acquisizioni e nel 2020 raggiunto il fatturato di 172 milioni di euro. È quotata sul mercato AIM (Alternative Investment Market).



Fig. 27 "Logo Fine Foods". Fonte sito web ICT business

Opera nei settori: nutraceutico, farmaceutico e omeopatico con la produzione e sviluppo di circa 1300 prodotti in conto terzi di forme orali solide. I principali fattori del successo della società sono: un'incessante ricerca della qualità e della soddisfazione del cliente, una particolare attenzione nei confronti dell'etica e del proprio capitale umano, l'altissima fidelizzazione dei propri clienti e un basso turnover di rotazione del personale. Questi elementi rendono l'azienda molto affidabile e sensibile nei confronti dei clienti interni ed esterni. I valori più importanti dell'impresa sono: la trasparenza dei rapporti, l'etica professionale, l'impegno singolo e collettivo finalizzato alla crescita e al miglioramento, la condivisione degli stessi principi e valori per garantire un reale vantaggio competitivo. Inoltre è molto importante il rispetto e raggiungimento dei più alti standard di qualità, infatti, la Fine Foods ha le certificazioni: ISO 9001, 13485, 14001, 22000, 45001 e GMP. Infine l'azienda tramite il proprio reparto di ricerca e sviluppo opera per un costante aggiornamento sull'evoluzione della normativa europea per gli integratori alimentari e per gli alimenti per gruppi speciali, con il

fine di ottenere un'innovazione continua e costanti miglioramenti ai sistemi di gestione qualità presenti in impresa.

Ho intervistato Mario Ruscitto direttore ICT dell'impresa.

Breton SPA

Il 16 giugno 2021 ho visitato la Breton Spa presso la sede centrale di Castello di Godego in provincia di Treviso. Produce macchine per la lavorazione di pietra naturale, metalli e impianti per la pietra composita. È un'azienda leader nel suo settore a livello mondiale, conta più di 900 dipendenti, 7 filiali estere e 200 milioni di euro di fatturato annuo. Negli anni l'azienda è cresciuta costantemente grazie alla sua filosofia sempre rivolta alla ricerca, al miglioramento continuo, all'innovazione e alla qualità dei suoi prodotti e servizi. Un approccio fortemente voluto dal management e condiviso con i dipendenti, che con la loro creatività e dedizione hanno contribuito e contribuiscono ogni giorno al successo dell'azienda. Breton offre una gamma completa di attrezzature, macchine e impianti per svolgere tutte le lavorazioni industriali del marmo, del granito e della pietra ornamentale in genere: dalla segagione dei blocchi alla finitura e imballaggio dei prodotti.



Fig.28 "Logo Breton Spa". Fonte sito Breton spa

L'impresa soddisfa tutte le tipologie di clienti dai più piccoli ai più grandi. Opera in 3 grandi settori di macchinari utensili: il primo dalla fondazione dell'impresa è la lavorazione delle pietre naturali, tecnologie per produrre pietre di recupero composite per la creazione dei piani di cucina in quarzo, infine la lavorazione dei componenti degli aerei. Si distinguono per: qualità, affidabilità e performance produttive. Tali caratteristiche sono possibili grazie alle numerose tecnologie e innovazioni impiegate nei processi produttivi. Oggi l'impresa è in grado di soddisfare tutte le richieste nei seguenti settori industriali: aerospaziale, difesa, aeronautico, automobilistico, navale, corse, ingranaggi, energia, stampi, modellazione e prototipazione automobilistica e navale, industria manifatturiera in genere.

Ho intervistato l'ingegner Claudio Saurin, direttore sviluppo nuovi prodotti.

Presentazione e analisi questionari

In parallelo alle interviste ho svolto un questionario online anonimo con domande simili a quelle chieste durante l'intervista. Ho raccolto 6 risposte d'impresa diverse appartenenti ai settori: chimico, servizi alle imprese, istruzione e informatico. Di queste imprese una è piccola (inferiore ai 10 dipendenti), quattro medie (tra i 10 e 250 dipendenti) e una grande (oltre i 250 dipendenti). Hanno risposto al questionario un amministratore delegato, un direttore delle operations, un consulente, un amministrativo e un professore di software aziendali. Le imprese tra le applicazioni 4.0 utilizzano: IOT, Cobot, MES, IA. Di queste 6 imprese 4 utilizzano almeno 2 applicazioni contemporaneamente mentre le rimanenti solo una. I motivi principali d'implementazione dell'industria 4.0 sono: la maggior efficienza dei processi, la riduzione dei costi fissi, migliorare il controllo di gestione, aumentare la flessibilità della produzione, la disponibilità e analisi dei dati di produzione in tempo reale, riduzione dei tempi dei processi. Grazie all'industria 4.0 le imprese hanno migliorato prodotti e servizi già esistenti e in un caso creato un nuovo modello di business. In media per ogni applicazione le imprese hanno investito in un caso meno di 10mila euro, in 2 casi tra i 10mila e 50mila euro, in 2 casi tra i 50mila e 250 mila euro e in un caso più di 250mila euro. Nel processo d'implementazione 3 imprese non si sono avvalse del supporto di consulenti, una ha avuto un supporto parziale, mentre 2 hanno collaborato durante l'intero processo con consulenti. Il supporto è stato richiesto per le attività: software di collegamento IOT dei macchinari, richieste dei contributi a fondo perduto, layout produttivi e tecnologie di supporto. Le collaborazioni sono state fruttuose e hanno raggiunto gli obiettivi prefissati. In tutte le imprese è stato presente il supporto del top management al processo d'innovazione. Durante l'implementazione delle tecnologie sono state riscontrate le seguenti difficoltà: assenza di un protocollo di comunicazione omogeneo, formalizzare i processi, gestire i cambiamenti, formazione del personale addetto ai nuovi macchinari, requisiti di sicurezza e condivisione degli obiettivi. In media

il tempo di adattamento e operatività delle applicazioni in azienda è stato tra i 3 e i 6 mesi. I maggiori benefici apportati dalle tecnologie 4.0 sono stati: miglior servizio ai clienti, minor tempo per soddisfare gli ordini, maggiore reattività ai cambiamenti, riduzione degli sprechi di tempo e degli errori in produzione, offrire un'educazione di primo livello agli studenti nel campo di studio desiderato. I dipendenti delle imprese hanno ben accolto i cambiamenti con qualche diffidenza e resistenza iniziale. In 4 imprese su 6 è presente un programma di formazione per i dipendenti volto a rafforzare le competenze utili per padroneggiare le nuove tecnologie. Tutte le imprese eccetto una hanno in previsione di compiere nuovi investimenti in industria 4.0 in particolare per cambiare il gestionale.

Seppur il campione di dati raccolto sia molto ristretto, è in grado di fornire alcune indicazioni utili. Ad esempio l'esistenza in tutte le imprese di almeno un'applicazione 4.0, il supporto del top management, il riconoscimento dei benefici e i motivi d'implementazione delle nuove tecnologie e delle opportunità che è possibile sfruttare grazie al loro utilizzo. Questi dati dimostrano come l'impegno e la volontà di affrontare questo periodo di transizione tecnologica è presente ma, come sottolineato dagli investimenti finanziari modesti, nella maggior parte ancora insufficienti. Tale mancanza, è in parte giustificata dalla ridotta dimensione delle imprese del campione analizzato. Infatti, l'unica grande azienda presente è quella maggiormente impegnata nell'implementazione dell'industria 4.0 sia finanziariamente sia nella definizione di ambiziosi obiettivi in tal senso. Inoltre c'è da considerare il ruolo importante svolto dai consulenti nel processo di adattamento delle aziende, si rileva che il loro supporto è richiesto per specifici compiti e porta a risultati concreti nei casi analizzati.

Analisi interviste

Le interviste si sono svolte seguendo un elenco di domande per poter poi un'analisi per lo più comparativa tra le imprese nonostante le specificità di ognuna. Sono emerse sia punti in comune sia differenze anche sostanziali come potremo vedere.

Ho iniziato le interviste cercando di capire quale sia stato l'impatto del Covid sulle attività. Tutte le imprese per effetto della pandemia hanno avuto una riduzione di attività e fatturato. Qualcun'ha fatto ricorso agli ammortizzatori sociali e per quanto possibile introdotto lo smart working. Nel caso delle aziende che operano nel settore farmaceutico della Fine Foods e delle lavorazioni metallurgiche della F.lli Poli alcune attività non si sono mai fermate perché considerate indispensabili, con conseguente riduzione delle perdite d'esercizio e in alcuni casi di un piccolo utile nel 2020. La Plumake ha colto l'occasione, durante il lockdown, per compiere formazione per i propri collaboratori.

Mi sono poi interessato alle applicazioni 4.0 utilizzate in impresa. Tutte sono state degli ottimi esempi poiché all'avanguardia oppure in posizioni di leader dei propri business. L'applicazione maggiormente utilizzata è la connessione IoT dei macchinari per le imprese industriali sia quella più richiesta ai system integrator come la Plumake SRL. Ovviamente queste connessioni richiedono il collegamento e la trasmissione dei dati di produzione al gestionale che può essere un modulo MES oppure parte del software utilizzato in impresa tramite varie soluzioni come il Cloud o reti aziendali. Altre applicazioni sono presenti solo in alcune aziende e in maniera particolare:

- ✓ I Cobot sono utilizzati nei processi produttivi degli impianti della Cosberg Spa per alcune lavorazioni e installati dalla Plumake Srl per i loro clienti.
- ✓ I sensori RFID sono studiati da Breton Spa per la trasmissione di dati di produzione in tempo reale.

- ✓ Sistemi di AR e VR derivati dall'intelligenza artificiale sono impiegati dalla Cosberg Spa nel processo di prototipazione dei macchinari che producono.
- ✓ La stampa 3D è utilizzata nei processi produttivi della F.Ili Poli Srl per velocizzare le operazioni degli stampi dei prodotti.
- ✓ L'IA è una componente fondamentale nei processi di controllo qualità dei prodotti della Fine Foods.

Le motivazioni che hanno portato alla scelta d'investimento nelle tecnologie 4.0 sono molteplici. La principale è l'ottimizzazione dei processi con la conseguente riduzione dei costi. Nel caso della Plumake è stata la spinta per fondare la start-up sulla base della richiesta dei clienti di nuove tecnologie. Altri motivi ricorrenti sono:

- L'automatizzazione dei processi
- Maggiore efficienza degli stessi con il conseguente aumento della redditività, ad esempio una miglior gestione dei materiali all'interno degli stabilimenti
- Riduzione del personale in alcune lavorazioni o comunque una conversione degli operatori ad altre mansioni a maggior valore aggiunto
- Nel caso di produzioni customizzate come la Fine Foods, Breton e Cosberg una maggior flessibilità dei processi produttivi
- Offrire un miglior servizio ai clienti poiché l'utilizzo di tali tecnologie spesso crea un vantaggio competitivo sui concorrenti.
- Internalizzare alcuni processi produttivi con il risultato di migliorare il controllo della qualità dei prodotti per i clienti.

Grazie all'industria 4.0 la Plumake è nata per fornire alle imprese servizi nel campo dell'implementazione delle tecnologie moderne creando un nuovo modello di business basato sui servizi software, avvalendosi di partner che forniscono servizi accessori come l'implementazione di queste. Le altre imprese

industriali hanno migliorato e ampliato la gamma di prodotti e servizi già esistenti.

In termini d'investimenti finanziari tutte le imprese si sono impegnate in modo rilevante in base alle proprie dimensioni. Infatti, GraficaSette & Sevenmedia ha investito per ogni macchinario installato rispettivamente 70mila e 100mila euro. In F.Ili Poli 600mila per l'installazione di una pressa idraulica. In Breton i macchinari 4.0 possono costare da 50mila fino a 1,5 milioni di euro. In Cosberg Spa si parte da 200-300 mila euro fino a 1 milione di euro per macchinari 4.0 offerti ai propri clienti. Nell'ultimo periodo la Fine Foods ha investito circa 23 milioni di euro acquistando diversi macchinari dal costo variabile da 30mila a 1 milione di euro.

L'implementazione delle tecnologie avviene in modo molto differente con vari approcci. Le imprese industriali adottano metodi di lavoro Lean, Agile e di project management svolti completamente all'interno poiché spesso brevettano i macchinari, oppure vogliono mantenere il più possibile il controllo dell'innovazione. Invece altri adottano un metodo più aperto alla collaborazione, incentrato sull'open innovation con collaborazioni con altre imprese, istituti di ricerca e università. Soprattutto nelle PMI si chiede il supporto di consulenti per l'implementazione e formazione dei dipendenti anche grazie a fondi pubblici statali, europei o a incentivi fiscali. Tutto ciò avviene anche secondo il tempo di adattamento: per un macchinario possono essere sufficienti 3 mesi e un breve training iniziale, per nuovi metodi di lavoro e gestione dell'innovazione utile al processo di sviluppo di nuovi prodotti o introduzione di nuove linee produttive richiedono invece il supporto di consulenti per un periodo più lungo anche in ottica di gestione degli operatori che dovranno interfacciarsi con le nuove macchine. Comunque l'approccio ibrido è il prevalente poiché si cerca di ottenere i vantaggi sia della collaborazione esterna sia dello sviluppo interno al 100%. Infatti, i consulenti sono per lo più utilizzati quando mancano o c'è la necessità

d'integrare nuove competenze o modificare in modo rilevante i metodi di lavoro dei collaboratori. In ogni caso in tutte le imprese le collaborazioni con i consulenti sono state fruttuose e utili. Le maggiori difficoltà incontrate nell'implementazione delle tecnologie sono state spesso superate grazie alla condivisione dei cambiamenti con gli operatori in tutte le aziende e alla spiegazione del motivo delle innovazioni. In tutti i casi, i dipendenti hanno compreso i cambiamenti perché sono stati percepiti come un miglioramento delle loro giornate lavorative in termini di qualità delle mansioni svolte. Si sono rilevate difficoltà per:

- ✓ gli operatori più avanti con l'età con un tempo di adattamento maggiore ai cambiamenti rispetto ai giovani;
- ✓ classificare e clusterizzare le conoscenze e know-how all'interno dei database;
- ✓ la rendicontazione interna organizzativa del lavoro intellettuale perché è difficile misurare il contributo allo sviluppo dei software;
- ✓ collegamento tra i macchinari e i gestionali;
- ✓ fattori esterni non dipendenti dalle imprese come la velocità delle connessioni Internet e la disponibilità delle fonti energetiche necessarie per i macchinari,
- ✓ evangelizzare i clienti per la fase di vendita dei nuovi macchinari poiché presentano caratteristiche inedite, è necessario superare l'iniziale diffidenza dei clienti;
- ✓ fattori culturali di adattamento alle nuove tecnologie.

Il sostegno per l'innovazione e implementazione nelle tre imprese con la presenza di una direzione centrale o top manager è stato in due casi assoluto e d'impulso per velocizzare l'introduzione delle innovazioni in azienda. Invece in un caso è stato meno rilevante e si è limitato ad assecondare tendenza di mercato e spinta interna per offrire un servizio migliore ai propri clienti. Comunque in tutte e tre le aziende, il management non è stato fonte d'ostacolo per l'implementazione dell'industria 4.0.

I maggiori vantaggi derivanti dall'industria 4.0 nelle imprese visitate sono molti e collegati anche con fattori organizzativi come affermato in precedenza, ad esempio i metodi Lean e Agile. In ogni caso durante le visite sono emersi questi benefici:

- ✓ tempi di sviluppo dei macchinari ridotti del 30-40% nel caso della Breton,
- ✓ maggiore profittabilità delle commesse in Fine Foods e in Cosberg grazie al know-how già presente in azienda,
- ✓ velocizzazione dei tempi dei processi produttivi per le imprese industriali,
- ✓ miglior ambiente di lavoro: più sereno nel caso di Plumake con il sistema "Holacracy" di self-management incentrato sulla massima autonomia dei collaboratori,
- ✓ migliore efficienza con ridotti tempi di fermo dei macchinari in Fine Foods e F.Ili Poli,
- ✓ elevata competitività in tutte le imprese poiché l'approccio alla continua innovazione crea rapporti duraturi con i clienti basati sull'offerta dei migliori servizi o prodotti del mercato,
- ✓ avere in azienda dipendenti e collaboratori con un mind set rivolto al miglioramento continuo e alla continua innovazione con l'ambizione di essere i migliori nel proprio ruolo.

Durante le interviste è emerso qual è stato il contributo degli incentivi fiscali all'industria 4.0 nella scelta d'investimento. Ovviamente per le imprese più piccole hanno rappresentato un'opportunità per compiere investimenti che senza l'incentivo non sarebbero sostenibili. In Fine Foods e F.Ili Poli sono stati sfruttati per velocizzare le tempistiche degli investimenti rispetto alla pianificazione prevista. Per le imprese più grandi sono state un incentivo poco decisivo poiché l'innovazione è alla base della competitività e al modello di business delle imprese come Cosberg Spa e Breton Spa quindi avrebbero investito anche senza nessun incentivo. Comunque in tutti i casi sono visti in modo favorevole giacché in Italia nel settore manifatturiero c'è un grande

bisogno di svecchiare gli impianti e macchinari di produzione soprattutto dal punto di vista della Plumake. Si rileva comunque che la motivazione a innovare parte dal mercato perché indispensabile per la sopravvivenza delle imprese.

In merito alla formazione dei dipendenti, oltre alla già accennata difficoltà degli operatori più anziani ad accettare i cambiamenti, tutte le imprese s'impegnano a mantenere più aggiornati possibili i propri collaboratori. Alla Plumake dato che è un system integrator, avviene in maniera non programmata ma svolta individualmente da ogni collaboratore sulla base delle proprie necessità. Nelle imprese manifatturiere è presente sia la formazione degli operatori da parte dei fornitori dei nuovi macchinari in fase d'installazione, sia la formazione formale per il rispetto dei certificati di qualità ISO e delle normative vigenti come nel caso della Fine Foods e della F.Ili Poli. Le altre imprese svolgono attività di formazione in maniera programmata per aumentare l'efficienza e riconvertire a nuove mansioni gli operatori. Nel caso della Breton la formazione è stata fonte di selezione tra i dipendenti, con il risultato di aumentare esponenzialmente le vendite dell'impresa e la creazione di un nuovo ruolo all'interno dell'azienda. In Cosberg il know-how è fondamentale in ogni funzione aziendale per avere tutte le persone sullo stesso livello di conoscenze.

Infine, tutte le imprese hanno manifestato la volontà di aumentare o comunque mantenere invariati i livelli d'investimento nelle tecnologie 4.0. In particolare:

- ✓ In GraficaSette sono previsti nuovi investimenti in un macchinario 4.0 di stampa off-set IoT dal valore di 1,5 milioni di euro anche grazie agli incentivi fiscali.
- ✓ In Plumake c'è la possibilità di stipulare nuove partnership con free-lance per gestire più progetti contemporaneamente.
- ✓ In F.Ili Poli sono previsti: numerosi investimenti per svecchiare il parco macchinari, costruzione di una cella di saldatura dotata di Cobot e

aumentare il numero di processi svolti internamente senza l'ausilio di terzi per alcune fasi dei processi produttivi. Grazie a questi investimenti c'è l'obiettivo di aumentare la quota di fatturato rivolta alle esportazioni.

- ✓ In Cosberg Spa si sta implementando il progetto di sostituzione dell'ERP dal costo di 300mila euro che richiederà una formalizzazione di tutti i processi.
- ✓ In Fine Foods Spa si prevedono: una crescente digitalizzazione della trasmissione dei dati di produzione grazie all'IoT, gestione dei dati variabili automatizzata, il carico automatico dei prodotti finiti a magazzino a gestionale, lo sviluppo di un nuovo processo produttivo e acquisti di macchinari produttivi.
- ✓ In Breton Spa ogni anno s'investono 600mila euro in brevetti. Nei prossimi anni si punterà a: migliorare le competenze d'introduzione delle innovazioni nel mercato, sviluppare la più grande stampante 3D in Europa, implementare un nuovo metodo ecologico di produzione del marmo e sviluppare l'additive manufacturing, un'innovazione disruptive che prevede la fabbricazione di oggetti tramite modelli 3D.

Dopo aver concluso le interviste appare chiaro come l'implementazione dell'industria 4.0 rappresenti una sfida per le imprese ma anche una grossa opportunità sia per le aziende familiari in grado di aumentare la propria competitività sia per le grandi imprese che adottano un approccio più olistico delle innovazioni tecnologiche dei nostri giorni.

Sicuramente è dimostrato come l'avvento della nuova rivoluzione industriale sta portando e porterà due conseguenze principali: il fattore culturale perché oltre ai metodi di produzione la stessa società sta cambiando in maniera radicale e il fattore economico perché tutte le imprese hanno misurato in termini concreti come le tecnologie permettono di mantenere una posizione da leader di mercato oppure rappresentano un supporto indispensabile alla

sopravvivenza dell'azienda in contesti sempre più competitivi come sono quelli globali.

Conclusioni

Questa tesi rappresenta, si spera, un'anticipazione di quello che sarà la manifattura del futuro in cui verranno svolte tramite operatore solo le operazioni ad alto valore aggiunto, perché il vero motore delle imprese sarà costituito per la maggior parte da fattori intangibili come le conoscenze e il know-how che assumerà un ruolo prioritario su tutto il resto.

Oltre alle tecnologie in sé è fondamentale chiedersi: perché sono utilizzate, le motivazioni alla base delle scelte di automazione e la riprogettazione dei

processi. Il fattore cruciale sarà avere una visione open mind nei confronti delle possibili innovazioni, sempre più digitale e interconnessa.

Secondo la mia opinione modificheranno radicalmente il lavoro nelle imprese:

- ✓ l'interconnessione dei macchinari ai MES con la misurazione dei dati che si riferiscono ai processi grazie a sensori sempre più avanzati.
- ✓ l'intelligenza artificiale con le sue applicazioni tra cui gli Analytics utili a una sempre più sofisticata analisi di dati.

Credo ci sarà un cambiamento culturale da parte delle aziende in questo periodo post-pandemia ricco di cambiamenti, dove l'ambiente esterno sta puntando sulle collaborazioni tra PMI e istituti di ricerca come ho potuto verificare nelle interviste svolte. L'anello mancante è un fattore endogeno, questo è il momento in cui tutte le imprese con un occhio di riguardo a quelle più piccole devono adottare un approccio aperto al cambiamento e alle innovazioni: il ruolo dell'imprenditore o dei dirigenti deve essere di capofila e d'esempio per gli operatori in modo tale da trainare il cambiamento e migliorare la propria posizione di mercato.

La quarta rivoluzione industriale consentirà ai paesi europei di sopravvivere alla concorrenza agguerrita di Cina, Stati Uniti e paesi emergenti, perché il valore aggiunto dei prodotti in senso lato che offre un prodotto già fatto è assolutamente inferiore rispetto a un prodotto fabbricato a partire dalla materia prima. Infatti, servono meno competenze per vendere un prodotto, invece è necessario un alto livello di competenze specialistiche per lo sviluppo di un prodotto in toto. Inoltre, grazie alla crescente disintermediazione, saranno necessarie, dal punto di vista occupazionale, molte meno figure come agenti o venditori puri.

L'industria del futuro sarà auto-regolata, alcune fabbriche presenti nel mondo consentono il loro funzionamento senza alcun intervento dell'uomo a basso valore aggiunto. Ciò consentirà di ottenere produzioni sempre più personalizzate a minor costo. Questo fattore specifico aiuterà le imprese italiane, già molto competenti per i prodotti custom, a essere più competitive.

Le nuove tecnologie possono recuperare questo deficit di competitività unita alla creatività che ci contraddistingue e rappresenta un punto di forza da sfruttare perché insostituibile dalle macchine. Nelle produzioni standardizzate ci sarà sempre meno bisogno di manodopera. Tutto ciò avrà la conseguenza di accorciare la catena della supply chain rendendo più vantaggiose le produzioni custom caratterizzate da alta qualità come quelle italiane.

Infine penso che in futuro l'ottimizzazione ed efficientamento delle produzioni nel contesto di massima customizzazione sarà in secondo piano perché più importante sarà, essere efficace rispetto che essere efficienti. Si faranno prodotti sempre più diversificati sotto tutti gli aspetti. In futuro i metodi di lavoro come "agile" e le tecnologie potranno esaltare le nostre peculiarità creative. I lavoratori nel futuro dovranno avere le competenze per governare le tecnologie e non subirle, poiché molti lavori attuali o spariranno o avranno una significativa contrazione oppure saranno soppiantati da lavori completamente nuovi.

Ringraziamenti

In primo luogo desidero ringraziare il professor Chiarini, grazie alle sue lezioni mi ha trasmesso l'interesse verso questa tematica e suscitato molta curiosità. È così nata l'idea di scrivere la tesi approfondendo l'industria 4.0, la sua disponibilità e collaborazione puntuale mi hanno permesso di concludere la tesi in maniera proficua.

Ringrazio chi mi ha fornito indicazioni utili a condurre le ricerche e il materiale e l'esperienza sul campo necessaria alla stesura dell'elaborato: Ivano Mariotti vicepresidente Empeiria, Nicola Cattina socio GraficaSette & Sevenmedia, Alberto Valente socio Plumake Srl, Daniele e Paola Poli responsabili dell'ufficio tecnico e qualità Fratelli Poli Srl, Mauro Viscardi a capo dell'innovazione Cosberg Spa, Mario Ruscitto direttore ICT Fine Foods Spa e Claudio Saurin direttore sviluppo nuovi prodotti Breton Spa.

Poi voglio ringraziare tutta la mia famiglia che mi ha sempre sostenuto durante il percorso universitario facendo di tutto per mettermi nelle migliori condizioni possibili per affrontare l'impegno dello studio unito allo sport.

Inoltre, il raggiungimento di questo traguardo coincide con il termine della mia esperienza umana e sportiva a Verona e Vicenza iniziata 5 anni fa con l'immatricolazione al corso di laurea triennale presso l'Università di Verona. Perciò voglio ringraziare anche i miei più stretti compagni di corso, con loro è nata una bella amicizia che spero continui nel tempo nonostante la distanza che si verrà a creare non vivendo più nella città di Verona.

Verona, settembre 2021

Bibliografia

- ✓ AGRIFOGLIO R., CANNAVALE C., LAURENZA E., METALLO C., *"How Emerging Digital Technologies Affect Operations Management through co-Creation. Empirical Evidence from the Maritime Industry"*, Production Planning & Control 28 (16): 1298–1306, 2017, doi:10.1080/09537287.2017.1375150;

- ✓ AHUETT-GARZA H., KURFESS T., "A Brief Discussion on the Trends of Habilitating Technologies for Industry 4.0 and Smart Manufacturing", *Manufacturing Letters* 15: 60–63, 2018, Elsevier Ltd, doi:10.1016/j.mfglet;
- ✓ AKYAZI T., GOTI A., OYARBIDE A., ALBERDI E., BAYON F., "A Guide for the Food Industry to Meet the Future Skills Requirements Emerging with Industry 4.0", MDPI 2020, MDPI AG;
- ✓ ALMADA-LOBO F., "The Industry 4.0 Revolution and the Future of Manufacturing Execution Systems (MES)" , *Journal of Innovation Management* 3 (4): 16–21, 2016, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia (FEUP);
- ✓ ARDOLINO M., RAPACCINI M., SACCANI N., GAIARDELLI P., CRESPI G., RUGGERI C., "The role of digital technologies for the service transformation of industrial companies", *Int. J. Prod. Res.* 56 (6), 2116–2132, 2018, Taylor & Francis Science and Technology Library;
- ✓ AYALA N.F., GERSTLBERGER W., FRANK A.G., "Managing servitization in product companies: the moderating role of service suppliers", *Int. J. Oper. Prod. Manag.* 39 (1), 43–74, <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2017-0484>, 2019, Emerald Publishing Limited;
- ✓ AYDOS T. F., FERREIRA J. C. E., "RFID-Based System for Lean Manufacturing in the Context of Internet of Things", Paper Presented at the IEEE International Conference on Automation Science and Engineering, CASE, 2016, Fort Worth, TX, 1140– 1145;
- ✓ BABICEANU R., SEKER F., "Big Data and Virtualization for Manufacturing Cyber-Physical Systems: A Survey of the Current Status and Future Outlook", *Computers in Industry* 81: 128–137, 2016, doi:10.1016/j.compind.2016.02.004, Elsevier B.V;
- ✓ BAYO-MORIONES, A., BILLON M., LERA-LÓPEZ F., "Are new work practices applied together with ICT and AMT ?", *The International Journal of Human Resource Management*, 2017, Vol. 28 No. 4, pp. 553-580, Routledge;

- ✓ BIBBY L., DEHE B., *"Defining and Assessing Industry 4.0 Maturity Levels- Case of Defence Sector"*, Production Planning & Control 29 (12): 1030–1043, 2018, doi:10.1080/09537287.2018.1503355;
- ✓ BLÖCHL S. J., SCHNEIDER M., *"Simulation Game for Intelligent Production Logistics – The PuLL® Learning Factory"*, Procedia CIRP 54: 130–135, 2016;
- ✓ BONFANTI A., DEL GIUDICE M., PAPA A., *"Italian Craft Firms Between Digital Manufacturing, Open Innovation, and Servitization"*, Journal of the Knowledge Economy 1–14, 2015, doi:10.1007/s13132-015-0325-9;
- ✓ BOYES H., HALLAQ B., CUNNINGHAM J., WATSON T., *"The industrial internet of things (IIoT): an analysis framework"*, Comput. Ind. 101, 1–12, 2018, Elsevier B.V;
- ✓ BUER S.V., STRANDHAGEN J.O., CHAN F.T., *"The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda"*, International Journal of Production Research, 2018, Vol. 56 No. 8, pp. 2924-2940;
- ✓ CABOT M.L., LUQUE A., DE LAS HERAS A., AGUAYO F., SARANGI P.K., *"Aspects of sustainability and design engineering for the production of interconnected smart food packaging"*, PloS one, 2019, Vol.14 (5), p.e0216555-e0216555, Public Library of Science;
- ✓ CAGLIANO R., CANTERINO F., LONGONI A., BARTEZZAGHI E., *"The interplay between smart manufacturing technologies and work organization"*, International journal of operations & production management, 2019, Vol.39 (6/7/8), p.913-934, Emerald Publishing Limited;
- ✓ CANTERINO F., SHANI A.B., COGHLAN D., BRUNELLI M.S., *"Collaborative management research as a modality of action research: learning from a merger-based study"*, The Journal of Applied Behavioral Science, 2016, Vol. 52 No. 2, pp. 157-186, Los Angeles, CA: SAGE Publications;

- ✓ CESCHI A., SARTORI R., RIGHETTI E., *"Temporary Managers 4Innovation"*, progetto di ricerca temporary manager come gestore dei processi di innovazione commissionato da Empeiria dell'Università degli studi di Verona, 2020;
- ✓ CHEN J. C., CHEN K. M., *"Application of ORFPM system for lean implementation: an industrial case study,"* International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 72, no. 5, pp. 839-852, 2014;
- ✓ CHEN T., Y.-C. LIN., *"Feasibility Evaluation and Optimization of a Smart Manufacturing System Based on 3D Printing: A Review"*, International Journal of Intelligent Systems 32 (4): 394–413, 2017, Wiley Subscription Services, Inc;
- ✓ CHEN T., TSAI, H.R., *"Ubiquitous manufacturing: current practices, challenges, and opportunities"*, Robot. Comput. Integrated Manuf. 45, 126–132, 2017, Elsevier Ltd;
- ✓ CHIARINI A., KUMAR M., *"Lean Six Sigma and Industry 4.0 integration for Operational Excellence: evidence from Italian manufacturing companies"*, Production planning & control p.1-18, 2020, Taylor & Francis Science and Technology Library;
- ✓ CORTIMIGLIA M.N., GHEZZI A., FRANK A.G., *"Business model innovation and strategy making nexus: evidence from a cross-industry mixed-methods study"*, R D Manag. 46 (3), 414–432, 2016;
- ✓ DA SILVA V.L., KOVALESKI JOÃO L., PAGANI R.N., *"Technology transfer in the supply chain oriented to industry 4.0: a literature review"*, Technology analysis & strategic management, 2019, Vol.31 (5), p.546-562;
- ✓ DE CHIARA A., *"Sustainable Business Model Innovation vs. "Made in" for International Performance of Italian Food Companies"*, Agriculture (Basel), 2021, Vol.11 (17), p.17, MDPI AG;
- ✓ DE MACEDO R.A.G., MARQUES W.D., BELAN P.A., DE ARAÚJO S.A., *"Automatic visual inspection of grain quality in agroindustry 4.0"*,

- International Journal of Innovation (São Paulo), 2018, Vol.6 (3), p.207-216, Sao Paulo: Universidade Nove de Julho (UNINOVE), PPGA;
- ✓ ELIA V., GNONI M.G., LANZILOTTO A., "*Evaluating the application of augmented reality devices in manufacturing from a process point of view: an AHP based model*", Expert Syst. Appl. 63, 187–197, 2016, Elsevier Ltd;
 - ✓ European Commission 2017, "*Digital transformation monitor key lessons from national industry 4.0 policy initiatives in Europe*", 2017, disponibile a:
https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Policy%20initiative%20comparison%20v1.pdf;
 - ✓ FRANK A.G., DALENOGARE L.S., AYALA N.F., "*Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies*", International Journal of Production Economics, 2019, Vol. 210 No. 1, pp. 15-26, Elsevier B.V;
 - ✓ GHI A., ROSSETTI A., "*4D Printing: An Emerging Technology in Manufacturing?*", Lecture Notes in Information Systems and Organisation 18: 171–178, 2016;
 - ✓ GHOBAKHLOO M., "*The Future of Manufacturing Industry: A Strategic Roadmap toward Industry 4.0*", Journal of Manufacturing Technology Management 29 (6): 910–936, 2018, doi:10.1108/JMTM-02-2018-0057;
 - ✓ HERMANN M., PENTEK T., OTTO B., "*Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*", HICSS 2016, Koloa, Hawaii, 3928–3937, 2016, IEEE;
 - ✓ HIRSCH-KREINSEN H., "*Digitization of industrial work: development paths and prospects*", Journal for Labour Market Research, 2016, Vol. 49 No. 1, pp. 1-14, Berlin/Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg;
 - ✓ HOFMANN E., RÜSCH M., "*Industry 4.0 and the Current Status as Well as Future Prospects on Logistics*", Computers in Industry 89: 23–34, 2017, Elsevier B.V;

- ✓ HOWARD M.C., ROSE, J.C., *"Refining and extending task–technology fit theory: creation of two task–technology fit scales and empirical clarification of the construct"*, Information & Management, 2019, Vol. 56 No. 6, pp. 103-134, Elsevier B.V;
- ✓ JAYARAM A., *"Lean Six Sigma Approach for Global Supply Chain Management Using Industry 4.0 and IoT"*, 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2016, Noida, 89–94;
- ✓ KAHN K.B.; *"Understanding innovation"*, Business Horizons, 2018, 61, 453-460;
- ✓ KAMP B., OCHOA A., DIAZ J., *"Smart servitization within the context of industrial user–supplier relationships: contingencies according to a machine tool manufacturer"*, Int. J. Interact. Des. Manuf. 11 (3), 651–663, 2017, Springer Paris;
- ✓ KANG H. S., J. Y., LEE S., CHOI H. KIM, J. H. PARK, J. Y., SON B. H. KIM, S. D. NOH., *"Smart Manufacturing: Past Research, Present Findings, and Future Directions"*, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology 3 (1): 111–128, 2016;
- ✓ KOLBERG D., KNOBLOCH J., ZÜHLKE D., *"Towards a Lean Automation Interface for Workstations"*, International Journal of Production Research 55 (10): 2845–2856, 2017, Taylor & Francis;
- ✓ KOSTALOVA J., TETREVOVA, L., *"Project Management and Its Tools in Practice in the Czech Republic"*, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2014, 150, 678-689;
- ✓ LI Z., WANG Y., WANG K., *"Intelligent predictive maintenance for fault diagnosis and prognosis in machine centers: Industry 4.0 scenario"*, Advances in manufacturing, 2017-12, Vol.5 (4), p.377-387, 2017, Shanghai University;
- ✓ LIAO Y., DESCHAMPS F., LOURES E. D. F., RAMOS L. D. F., *"Past, Present and Future of Industry 4.0 - a Systematic Literature Review and Research*

- Agenda Proposal*", International Journal of Production Research 55 (12): 3609–3629, 2017;
- ✓ LONGO F., NICOLETTI L., PADOVANO A., "Smart operators in industry 4.0: a human-centered approach to enhance operators' capabilities and competencies within the new smart factory context", Computers and Industrial Engineering, 2017, Vol. 113, pp. 144-159, Elsevier Ltd;
 - ✓ LU H.P., WENG C.I., "Smart manufacturing technology, market maturity analysis and technology roadmap in the computer and electronic product manufacturing industry", Technol. Forecast. Soc. Change 133, 85–94, 2018, Elsevier Inc;
 - ✓ MA J., WANG Q., ZHAO Z. B., "SLAE-CPS: Smart Lean Automation Engine Enabled by Cyber-Physical Systems Technologies", Sensors 17 (7): 22, 2017, Switzerland;
 - ✓ MAGHAZEI O., NETLAND T., "Implementation of industry 4.0 technologies: what can we learn from the past?", IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems, 2017, Springer, Cham;
 - ✓ MEUDT T., METTERNICH J., ABELE E., "Value Stream Mapping 4.0: Holistic Examination of Value Stream and Information Logistics in Production", CIRP Annals – Manufacturing Technology 66 (1): 413–416, 2017, Elsevier Ltd;
 - ✓ MOEUF A., PELLERIN R., LAMOURI S., TAMAYO-GIRALDO S., BARBARAY R., "The Industrial Management of SMEs in the Era of Industry 4.0", International Journal of Production Research 92: 1–19, 2017, Taylor & Francis;
 - ✓ MRUGALSKA B., WYRWICKA M. K., "Towards Lean Production in Industry 4.0", Procedia Engineering 182: 466–473, 2017;
 - ✓ NETLAND T. H., "Critical Success Factors for Implementing Lean Production: The Effect of Contingencies", International Journal of Production Research 54 (8): 2433–2448, 2016, Taylor & Francis;

- ✓ NOLIN J., OLSON N., WANG P., *"The internet of things and convenience"*, Internet Res. 26 (2) 360–376, 2016, Emerald Group Publishing Limited;
- ✓ PARKER S.K., VAN DEN BROECK A., HOLMAN D., *"Work design influences: a synthesis of multilevel factors that affect the design of jobs"*, Academy of Management Annals, 2017, Vol. 11 No. 1, pp. 267-308;
- ✓ QU T., THÜRER M., WANG J. H., WANG Z. Z., FU H., LI C. D., HUANG G. H., *"System dynamics approach for the performance evaluation of internet-of-Things system implementation in a dynamic production logistics system"*, Int. J. Prod. Res., 2016;
- ✓ RAUTER R., GLOBOCNIK D., PERL-VORBACH E., BAUMGARTNER R. J.; *"Open innovation and its effects on economic and sustainability innovation performance"*; Journal of Innovation & Knowledge, 2019, 226-233.
- ✓ ROMERO D., BERNUS P., NORAN O., STAHR J., FAST-BERGLUND Å., *"The Operator 4.0: human cyber-physical systems and adaptive automation towards human-automation symbiosis work systems"*, IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems, 2016, Springer, Cham, pp. 677-686;
- ✓ ROSSINI M., COSTA F., TORTORELLA G., PORTIOLI-STAUDACHER A., *"The Interrelation between Industry 4.0 and Lean Production: An Empirical Study on European Manufacturers"*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 102 (9-12): 3963–3976, 2019, doi:10.1007/s00170-019-03441-7;
- ✓ RÜTTIMANN B. G., STÖCKLI M.T., *"Lean and Industry 4.0 – Twins, Partners, or Contenders? A Due Clarification regarding the Supposed Clash of Two Production Systems"*, Journal of Service Science and Management 9 (6): 485–500, 2016, ROAD: Directory of Open Access Scholarly Resources;
- ✓ SANDERS A., ELANGESWARAN C., WULFSBERG J., *"Industry 4.0 Implies Lean Manufacturing: Research Activities in Industry 4.0 Function as"*

- Enablers for Lean Manufacturing*", Journal of Industrial Engineering and Management 9 (3): 811–833, 2016, OmniaScience;
- ✓ SCHROEDER A., BIGDELI A. Z., ZARCO C. G., BAINES T., "Capturing the Benefits of Industry 4.0: A Business Network Perspective", Production Planning & Control 30 (16): 1305–1317, 2019, doi:10.1080/09537287.2019.1612111;
 - ✓ STRANDHAGEN J. W., ALFNES E., STRANDHAGEN J. O., VALLANDINGHAM L. R., "The Fit of Industry 4.0 Applications in Manufacturing Logistics: A Multiple Case Study", Advances in Manufacturing 5 (4): 344–358, 2017, Shanghai: Shanghai University;
 - ✓ THOMAS A., "Developing an Integrated Quality Network for Lean Operations Systems", Business Process Management Journal 24 (6): 1367–1380, 2018, doi:10.1108/BPMJ-02-2018-0041;
 - ✓ TORTORELLA G., GIGLIO R., VAN DUN D., "Industry 4.0 Adoption as a Moderator of the Impact of Lean Production Practices on Operational Performance Improvement", International Journal of Operations & Production Management 39 (6/7/8): 860–886, 2019, doi:10.1108/IJOPM-01-2019-0005;
 - ✓ WAGNER T., HERRMANN C., THIEDE S., "Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems", Procedia CIRP 63: 125–131, 2017;
 - ✓ WAHYUNI H., VANANY I., CIPTOMULYONO U., "Food safety and halal food in the supply chain: Review and bibliometric analysis", Journal of industrial engineering and management, 2019, Vol.12 (2), p.373-391, Barcelona: Vicenc Fernandez;
 - ✓ WANG B., ZHAO J., WAN Z. G., MA J. H., LI H., MA J., "Lean Intelligent Production System and Value Stream Practice", Paper Presented at the 3rd International Conference on Economics and Management, ICEM, Jiangsu, China, 442–447, 2016;
 - ✓ WANG S., WAN J., ZHANG D., LI D., ZHANG C., "Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based

- feedback and coordination*", 2016, Computer Networks, Vol. 101 No. 1, pp. 158-168, Elsevier B.V;
- ✓ World Economic Forum (2016), *"The future of jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution"*, Global Challenge Insight Report, World Economic Forum, Geneva, disponibile a: www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf.

Sitografia

- ✓ <https://www.mise.gov.it/index.php/it/transizione40>;
- ✓ <https://www.fiscoetasse.com/approfondimenti/13991-il-credito-dimposta-per-investimenti-previsto-dalla-legge-di-bilancio-2021.html>;
- ✓ <https://www.gruppodelbarba.com/consulenza-industria-4-0/>;

- ✓ <https://www.chiarini.it/blog/cose-e-come-implementare-la-lean-4-0-o-lean-automation/>;
- ✓ <https://www.chiarini.it/industry-40.html>;
- ✓ <https://www.italiaonline.it/risorse/industria-4-0-mercato-in-crescita-opportunita-per-le-pmi-1824>;
- ✓ <https://www.innovationpost.it/2019/06/20/industria-4-0-il-mercato-italiano-vola-a-32-miliardi-35/>;
- ✓ <https://www.zerounoweb.it/trends/dinamiche-di-mercato/osservatorio-industria-4-0-2020-il-mercato-vale-39-miliardi-di-euro/>;
- ✓ <https://www.osservatori.net/it/ricerche/osservatori-attivi/transizione-industria-40>;
- ✓ <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/agricoltura-40-mercato-pandemia>;
- ✓ <https://www.digital4.biz/executive/digital-transformation/industria-4-0-polimi-continua-a-crescere-il-mercato-in-italia-incognita-2020/>;
- ✓ https://www.corriere.it/economia/opinioni/21_aprile_02/pnrr-competence-center-ogni-settore-industriale-124a5934-93e5-11eb-a162-c78b02fef827.shtml;
- ✓ <https://ricomincioda4.fondirigenti.it/industria-4-0-strategia-scenari-innovazione/>;
- ✓ <https://www.cuoaspace.it/2018/10/industry-4-0-il-futuro-e-nella-strategia.html>;
- ✓ https://edizionicafoscarini.unive.it/media/pdf/books/978-88-696-287-1/978-88-696-287-1-ch-02_5rPC8Q1.pdf;
- ✓ <https://www.digital4.biz/supply-chain/smart-manufacturing-cose-fabbrica-connessa-funzionamento/>;
- ✓ <https://www.idnova.it/soluzioni-rfid/automotive/>;
- ✓ <https://ricomincioda4.fondirigenti.it/industria-4-0-strategia-scenari-innovazione/>;

- ✓ <https://www.aseconomia.it/2020/11/19/mes-4-0-il-software-dellindustria-4-0/>;
- ✓ <https://www.domino-printing.com/en/blog/2017/how-iiot-revolutionises-processes-throughout-the-supply-chain>;
- ✓ <https://newsimpresa.it/tecnologie/2021/04/mobile-robot-o-service-robot-ecco-la-movimentazione-ad-elevata-autonomia/>;
- ✓ <https://www.eositaly.it/blockchain/cosa-e-la-blockchain-e-quali-sono-le-applicazioni/>;
- ✓ <https://www.automationtomorrow.com/icm-utilizza-robot-mobili-autonomi-amr-per-ottimizzare-la-logistica-di-magazzino/>;
- ✓ <https://www.internet4things.it/industry-4-0/industrial-internet-of-things-opportunita-e-sfide-da-affrontare-per-le-aziende/>;
- ✓ <https://www.osservatori.net/it/ricerche/infografiche/internet-things-prova-fatti-valore-si-vede-infografica>;
- ✓ <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/logistica-conto-terzi-covid-mercato>;
- ✓ <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/artificial-intelligence-italia-mercato-progetti-2020>
- ✓ <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/mercato-artificial-intelligence-italia>;
- ✓ <https://www.smeup.com/blog/blog-retail/tecnologia-rfid-benefici/>;
- ✓ <https://www.satoeurope.com/it/insight/perch-usare-soluzioni-rfid-fondamentale-nella-vendita-al-dettaglio-di-abbigliamento/28>;
- ✓ https://www.researchgate.net/publication/330214057_Measuring_the_Impact_of_RFID_in_Retailing_Keys_Lessons_from_10_Casestudy_Companies/link/5c3466c7458515a4c71532c8/download;
- ✓ <https://www.datamanager.it/2020/12/cobot-mercato-in-crescita-nuove-opportunita-cross-industry/>;

- ✓ <https://www.innovationpost.it/2021/01/29/robotica-collaborativa-il-mercato-tornera-a-crescere-dopo-la-battuta-darresto-del-2020-gli-scenari-futuri/>;
- ✓ <https://www.industriaitaliana.it/cobot-automazione-universal-robots-cocchi-cobotica-robot/>;
- ✓ <https://blog.universal-robots.com/it/lo-stato-dellarte-dei-cobot/>;
- ✓ <https://www.isipc.it/limportanza-della-tracciabilita-nellindustria-4-0/>;
- ✓ https://blog.osservatori.net/it_it/blockchain-spiegazione-significato-applicazioni;
- ✓ <https://www.eositaly.it/blockchain/cosa-e-la-blockchain-e-quali-sono-le-applicazioni/>;
- ✓ <https://www.tecnelab.it/news/il-fatto/sistemi-di-visione-11-opinioni-per-aprire-gli-occhi-sui-processi-produttivi>;
- ✓ <https://www.empeiria.it/>;
- ✓ <http://www.adhoc-manager.it/>;
- ✓ <https://www.fratellipoli.it/>;
- ✓ <https://metropolis.scienze.univr.it/project/ortesi-robotica-arto-superiore/>;
- ✓ <https://www.plumake.it/>;
- ✓ <https://www.cosberg.com/it/>;
- ✓ <https://www.breton.it/it/>;
- ✓ https://www.ictbusiness.it/files/2011/06/immagini/26991/fine-food-logo_t.jpg;
- ✓ <https://www.finefoods.it/>.