



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA GESTIONALE

Tesi di Laurea

INDUSTRY 4.0 E RESILIENZA: STUDIO DELLE
DINAMICHE DURANTE LA PANDEMIA DI
COVID-19

INDUSTRY 4.0 AND RESILIENCE: STUDY OF THE
DYNAMICS DURING THE COVID-19 PANDEMIC

Relatore

Prof. Maurizio Bevilacqua

Correlatore

Prof. Giulio Marcucci

Laureando

Aurora Luciani

Sommario

INTRODUZIONE.....	2
1 L'INDUSTRIA 4.0 E IL CONCETTO DI RESILIENZA	4
1.1 L'EVOLUZIONE INDUSTRIALE FINO AL CONCETTO DI INDUSTRIA 4.0	4
1.2 CONCETTO DI INDUSTRIA 4.0 E RESILIENZA	5
1.3 I PILASTRI FONDAMENTALI SUI QUALI SI BASA L'INDUSTRIA 4.0.....	7
1.4 SVILUPPO DELLA RESILIENZA	18
2 IMPATTO DEL COVID SULL'INDUSTRIA 4.0	19
2.1 INTRODUZIONE.....	19
2.2 L'INDUSTRIA 4.0 IN ITALIA PRIMA DEL COVID	20
2.2.1 CASO STUDIO RIGUARDO IL LIVELLO DI MATURITA' RAGGIUNTO DALLE IMPRESE SU INDUSTRIA 4.0.....	21
2.2 INDUSTRIA 4.0 IN ITALIA DOPO IL COVID	23
2.3 PIANIFICAZIONE E SCELTE DELLE AZIENDE PER IL FUTURO	25
3 AZIENDE 4.0 E RESILIENTI VS AZIENDE TRADIZIONALI	27
3.1 CONFORNTO TRA AZIENDE CHE UTILIZZANO UN PROCESSO PRODUTTIVO TRADIZIONALE VS PROCESSO PRODUTTIVO SMART	27
3.2 CASO STUDIO: AZIENDA CHE HA INTRODOTTO NEI PROCESSI PRODUTTIVI LE TECNOLOGIE DELL'INDUSTRIA 4.0	28
3.3 CASO STUDIO: RUOLO DELL'INDUSTRIA 4.0 IN REALTA' IN CORSO DI TRANSIZIONE	29
3.4 ESEMPI DI AZIENDE CHE ATTRAVERSO LA RESILIENZA HANNO MODIFICATO LA PROPRIA ATTIVITA' PRODUTTIVA	33
CONCLUSIONI.....	35
BIBLIOGRAFIA.....	37

INTRODUZIONE

Anche se a fine dicembre 2019 e inizio gennaio 2020 si pensava ai propositi per l'anno nuovo e si era del tutto inconsapevoli dell'emergenza sanitaria che si sarebbe venuta a costituire, un nuovo virus altamente contagioso e completamente sconosciuto al sistema immunitario aveva iniziato a circolare in una regione isolata del globo.

Non si immaginava che questo virus all'apparenza così lontano avrebbe potuto proliferarsi e causare tanti problemi a livello individuale e collettivo, per la salute, per i sistemi sanitari ed economici. Ma in poco più di due mesi lo scenario globale è mutato radicalmente andando a soddisfare le imminenti esigenze e rielaborando le priorità e modi di agire che sembravano indiscutibili.

Oltre all'elevato bilancio di vite umane e all'impatto sulla quotidianità della vita sociale, lo shock provocato dalla pandemia è stato considerevole anche dal punto di vista economico per l'Italia. La manifattura, che è stata da sempre considerata uno dei fattori più rilevanti per la crescita del Paese ha risentito anch'essa dell'impatto della pandemia a causa non solo dei provvedimenti restrittivi imposti dal Governo, ma dovuti anche alla variazione di domanda e offerta.

I dipendenti a causa del Covid sono stati costretti a lavorare in un ambiente completamente diverso da quello precedente portando all'introduzione del concetto di lavoro virtuale e distanziamento sociale. Tali cambiamenti hanno avuto delle ripercussioni sui lavoratori anche dal punto di vista motivazionale aumentando lo stress e rendendo più difficile l'istaurazione di un rapporto tra colleghi.

Le aziende sono state costrette ad adottare misure straordinarie per proteggere da un lato i loro dipendenti e dall'altro garantire la continuità delle attività lavorative. Alcune imprese hanno subito un arresto del lavoro per mancanza di materie prime e dei dipendenti. Altre imprese invece hanno dovuto far fronte ad un aumento

esponenziale della domanda e quindi a dover riorganizzare l'intera attività produttiva.

Gli effetti del Covid-19 sono notevoli, ma non sono tutti negativi. La pandemia, infatti ha agito da amplificatore per la trasformazione digitale delle aziende, andando a modificare la mentalità delle imprese stesse facendo in modo che le soluzioni dell'industria 4.0 divenissero una condizione imprescindibile per la nuova normalità.

1 L'INDUSTRIA 4.0 E IL CONCETTO DI RESILIENZA

1.1 L'EVOLUZIONE INDUSTRIALE FINO AL CONCETTO DI INDUSTRIA 4.0

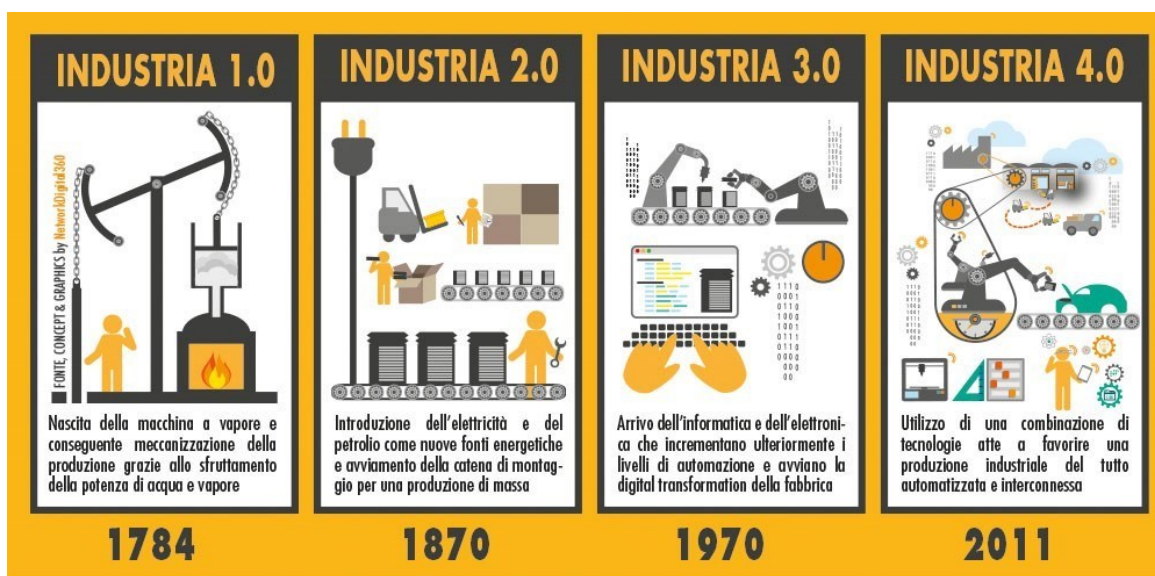


Figura 1: Evoluzione dell'Industria 4.0 (Zanotti, 2021)

L'evoluzione industriale (Fig. 1) può essere riassunta mediante 4 tappe fondamentali:

- 1) 1784: industria 1.0 che corrisponde ad una rivoluzione riguardo l'uso dell'energia (invenzione della macchina a vapore) ha consentito la meccanicizzazione della produzione portando ad una maggiore velocità e potenza. Oltre ad aver predisposto un miglioramento sia per quanto riguarda la qualità e la quantità dei prodotti, questo ha consentito anche il trasferimento degli sforzi fisici dei lavoratori alle macchine.
- 2) 1870: industria 2.0 rappresenta l'introduzione dell'elettricità prima e del petrolio poi. Nasce la produzione industriale di massa caratterizzata dalla catena di montaggio che richiedeva l'impiego di una forza lavoro non specializzata in sistemi di produzione che comportavano al lavoratore lo svolgimento di interventi ripetitivi.

- 3) 1970: industria 3.0 si basava sull'ingresso in fabbrica dell'ICT (Information Communication Technology) di prima generazione. L'informatica insieme all'elettronica incrementano i livelli di automazione anche dal punto di vista organizzativo. Si introducono nuovi processi che diversificano ed agevolano il lavoro delle persone migliorando soprattutto la qualità della produzione.
- 4) 2011 industria 4.0 riguarda un nuovo modo di realizzare i prodotti e organizzare il lavoro. Essa si basa sull'utilizzo di robotica, sensori, connessione e programmazione.

1.2 CONCETTO DI INDUSTRIA 4.0 E RESILIENZA

Il concetto Industria 4.0 (o quarta rivoluzione industriale) è stato impiegato per la prima volta in Germania nel 2011, durante la fiera di Hannover. In tale occasione un gruppo di lavoro ha proclamato un nuovo progetto per lo sviluppo del settore manifatturiero tedesco lo "Zukunftsprojekt Industrie 4.0". Il medesimo modello tedesco ha ispirato numerose iniziative europee e il concetto di Industria 4.0 si è diffuso anche a livello internazionale.

Il termine Industria 4.0 sta ad indicare una tendenza dell'automazione industriale che integra alcune nuove tecnologie produttive con lo scopo di migliorare le condizioni di lavoro e aumentare la produttività e la qualità degli impianti.

L'idea di industria 4.0 si basa sul concetto di smart factory che è costituito da tre parti:

- *Smart production*: nuove tecnologie produttive che creano collaborazione tra tutti gli elementi presenti nella produzione ovvero collaborazione tra operatore, macchine e strumenti.
- *Smart services*: tutte le "infrastrutture informatiche" e tecniche che permettono di integrare i sistemi; ma anche tutte le strutture che permettono, in modo collaborativo, di integrare le aziende tra loro e con le strutture esterne.

- *Smart energy*: tutto questo è sempre con un occhio ai consumi energetici, creando sistemi più performanti e riducendo gli sprechi di energia.

Per competere con questa evoluzione tecnologica che si sta delineando, il mondo industriale dovrà riuscire ad evolversi tecnologicamente con una crescente integrazione di CPS (Cyber Physical System) nei processi industriali. Quest'ultimi, sono un insieme di strutture fisiche, le quali generano un sistema autonomo, intercomunicante e intelligente e, pertanto, capace di facilitare integrazione tra soggetti diversi e fisicamente distanti.

In definitiva, il fattore che contraddistingue la quarta rivoluzione è la comunicazione, o meglio, l'interconnessione tra più elementi di un sistema. Alti livelli di comunicazione e lo sfruttamento ottimale di tutti quei servizi ad essa correlati diventeranno l'obiettivo primario per chiunque voglia entrare in un'ottica di Industria 4.0.

Una delle altre parole chiavi di questa pandemia è proprio il concetto di resilienza, poiché le aziende sono state sottoposte a nuove sfide a cui è fondamentale rispondere rapidamente come ad esempio l'assenza di lavoratori dal posto di lavoro, l'accesso limitato al sito produttivo, le limitazioni nelle trasferte e i nuovi modi di interpretare il lavoro stesso. La prima priorità è indubbiamente garantire la sicurezza dei dipendenti, ma la seconda è senza dubbio andare a ridurre il rischio di ulteriori interruzioni dell'attività in futuro.

1.3.I PILASTRI FONDAMENTALI SUI QUALI SI BASA L'INDUSTRIA 4.0

Da uno studio di Boston Consulting si individuano nove pilastri costituenti le tendenze innovative per la trasformazione 4.0 (Fig. 2).

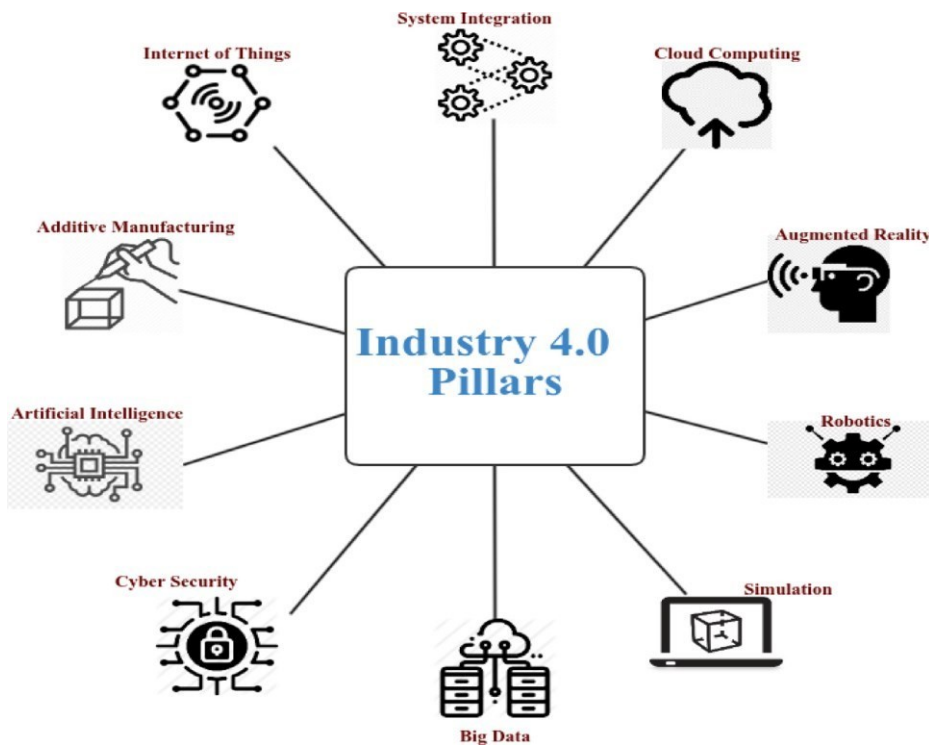


Figura 2: Pilastrri Industria 4.0 (Janmajaya, M. et al, 2021)

A. INTERNET OF THINGS

Espressione utilizzata per indicare la capacità di connessione ad Internet da parte di un qualsiasi tipo di dispositivo della vita quotidiana.

L'Internet of Things è un concetto che si riferisce a un insieme di oggetti che, oltre allo svolgere azioni di acquisizione di informazioni e comunicazione, si interfacciano al mondo della rete e di conseguenza hanno la possibilità accedere a tutti i servizi che essa offre.

Per cui, gli oggetti, denominati smart device (dispositivi intelligenti), sono in grado di relazionarsi con il mondo circostante, in quanto sono dotati di 'intelligenza', ossia creano una diretta reciprocità tra la rete internet e il mondo reale.

Per far ciò sono dotati di elettronica, software, sensori e attuatori, e soprattutto di un'interfaccia di rete, che permette di scambiare dati con le persone via rete rendendo plausibile delle risposte real-time.

Per di più, i dispositivi possono essere controllati da remoto in modo da ridurre i casi in cui è necessario l'intervento dell'uomo.

Nel campo dell'industria, gli impianti che sfruttano la connessione internet sono molto più efficienti e produttivi rispetto alla concorrenza che non è ancora connessa.

Fornire ai clienti degli strumenti per comunicare il proprio feedback e le proprie preferenze risulta una scelta vincente.

In caso sorgessero problemi su un prodotto, si può agire immediatamente sulla linea di produzione, apportando le dovute modifiche e anticipando il fatto che si diffondano le vendite di un eventuale prodotto difettato.

Possiamo anche notare la differenza tra l'Internet delle cose e l'Internet delle cose Industriali, per poter generare una demarcazione tra le tecnologie utilizzate nel mondo consumer e quelle per il mondo industriale, dove si necessita di un maggiore livello di integrabilità nei processi produttivi.

B. BIG DATA

Il pilastro dei Big Data rappresenta il processo di raccolta e analisi di un grande numero di dati provenienti da diverse sorgenti a supporto dei processi industriali.

Una raccolta di dati si basa essenzialmente su tre concetti:

Volume: le imprese raccolgono grande quantità di dati provenienti da diverse fonti come sensori, dispositivi, video, reti, file di log, applicazioni transazionali, web e social media. Gran parte di essi viene generata in tempo reale. Il volume di tali dati

deve essere correlato alla capacità del sistema di acquisire informazioni nella forma in cui arrivano dalle differenti sorgenti.

Velocità: la crescita dell'Internet delle Cose, i flussi di dati verso le imprese devono essere gestiti in modo tempestivo.

Varietà: le organizzazioni si devono confrontare con le diverse tipologie dei dati, da quelli strutturati fino a quelli non strutturati che sono conservati in modo non schematico.

Ci si pone ora l'obiettivo di trasformare i big data in smart data, ovvero informazioni intelligenti, che diano vantaggio competitivo. Di conseguenza, per ottenere valore dai Big Data si richiedono dei *Big Data Analytics*, ovvero processi per estrarre le informazioni utili tramite metodi analitici e tecnologie sempre più sofisticate.

L'analisi dei Big Data permette di aiutare i responsabili dell'azienda nel prendere le decisioni in modo più accurato e veloce.

C. SIMULAZIONE

Si basa sull'emulare il funzionamento di un sistema reale negli svariati modi, senza bisogno di costruire e impiegare prototipi fisici.

La simulazione di un sistema prevede la costruzione di un modello digitale, all'interno di un ambiente controllato e ripetibile, per testare e valutare il suo comportamento.

A differenza della simulazione classica, questi sistemi elaborano i dati raccolti in tempo reale al fine di testare e ottimizzare le macchine e i processi e di anticipare i problemi prima che questi possano verificarsi.

Un'applicazione sono i *digitali twin* (Fig. 3) ossia una rappresentazione virtuale in tempo reale di un sistema a un elevato livello di dettaglio grazie alla messa in atto di sensori.

In altre parole, è una copia perfetta digitale delle informazioni che descrivono un'entità reale, sia un prodotto, un processo o un sistema.



Figura 3: Digital twin (M. Callegari, 2020)

D. CLOUD COMPUTING



Figura 4: Cloud computing (n.d.)

I cloud computing è un insieme di tecnologie che permettono, a un qualsiasi utente autorizzato, di archiviare, elaborare e memorizzare dati grazie all'utilizzo di impianti virtuali. In aggiunta, devono permettere l'accesso simultaneo a più utenti

con lo stesso livello qualitativo, per poi garantire la messa a disposizione di informazioni rielaborate e disponibili per l'utilizzo.

Quando si parla di cloud computing è necessario fare una distinzione tra il cloud privato e quello pubblico.

In particolare, con il termine di cloud privato si intende una infrastruttura informatica usata esclusivamente da una specifica azienda e dedicata completamente alle esigenze di quella sola organizzazione.

Con il termine cloud pubblico, invece, si intende l'erogazione di servizi che si basano su una infrastruttura informatica che appartiene ad un service provider. Quest'ultima tipologia, prevede il trasferimento di tutti i dati aziendali dai propri server a quelli del fornitore di servizio.

E. CYBERSECURITY

Con l'aumento della connettività tra i dispositivi sono molti gli elementi da proteggere, dalle reti di comunicazione ai sistemi informatici, da probabili minacce. Dunque, la cybersecurity, conosciuta come la sicurezza informatica e delle informazioni elettroniche, consiste nel difendere computer, server, dispositivi mobili, sistemi elettronici, reti e dati da attacchi che possono essere dannosi. La cybersecurity come si afferma nell'articolo di Kaspersky "*Che cos'è la cybersecurity?*" può essere divisa in diverse categorie:

- *Sicurezza di rete*: si basa sulla difesa delle reti informatiche dalle azioni dei malintenzionati, sia che si tratti di attacchi che risultano essere mirati o di messaggi opportunistici;
- *Sicurezza delle applicazioni*: ha l'obiettivo di proteggere i software e dispositivi da eventuali minacce. Un'applicazione che è compromessa può consentire l'accesso ai dati che dovrebbe proteggere. Una sicurezza che viene definita efficace parte dalla fase di progettazione;
- *Sicurezza delle informazioni*: salvaguarda l'integrità e la privacy dei dati, sia quelle presenti in archivio che quelle temporanee;

- *Sicurezza operativa*: prevede la gestione e la protezione degli asset di dati. Include tutte le varie autorizzazioni che vengono utilizzate per accedere a una rete e tutte le procedure che vanno a definire come e dove possono essere memorizzati o condivisi i dati.
- *Disaster recovery e business continuity*: strategie mediante le quali l'impresa risponde a un incidente di Cybersecurity e a qualsiasi altro evento che porta ad una perdita di operazioni o dati. Le policy di disaster recovery indicano le procedure che devono essere utilizzate per ripristinare le operazioni e le informazioni dell'azienda, in modo da ripristinare la capacità prima di tale evento.
- *Formazione degli utenti finali*: riguardano le persone. Chiunque non rispetti le varie procedure di sicurezza rischia di introdurre un virus nel sistema.

Sviluppare tecniche di prevenzione nei confronti di attacchi informatici comporta impegno elevato in termini economici e temporali. Dall'altra parte, il risultato sarà lo sviluppo di un sistema sicuro e solido capace di difendersi in modo efficace ed efficiente, di cui un'azienda potrà sicuramente beneficiare in tempi in cui gli attacchi cyber sono sempre più diffusi.

Se è vero che questo punto viene spesso dimenticato, è importante tenerne conto all'inizio piuttosto che concentrarsi su di esso una volta che si verifica un incidente grave.

F. REALTA' AUMENTATA



Realtà virtuale

Esperienza digitale, 100% virtuale e immersiva che arricchisce la prototipazione virtuale, la costruzione e l'assemblaggio del prodotto.

Realtà aumentata

Il contenuto digitale è sovrapposto al mondo reale come supporto all'informazione, alla comprensione e al processo decisionale.

Figura 5: Confronto realtà virtuale e realtà aumentata (M. Callegari, 2020)

Si tratta di sistemi (Fig. 5) che, attraverso un dispositivo mobile (smartphone), dispositivi di visione (occhiali a proiezione sulla retina), di ascolto (auricolari) e di manipolazione (guanti), aggiungono informazioni multimediali alla realtà fisica che viene percepita dall'uomo. Queste tecnologie verranno utilizzate per fornire informazioni in tempo reale e per migliorare i processi di lavoro e il processo decisionale.

Differente è la definizione della realtà virtuale (Fig. 5) ossia un'esperienza completamente digitale e immersiva. Nel medesimo caso, infatti, le persone si trovano immerse in una situazione nella quale le percezioni naturali di molti dei cinque sensi non sembrano essere più presenti.

Questa tecnologia è in grado di garantire un'automazione dei processi produttivi e incrementare l'esperienza comunicativa ai propri collaboratori. Un quarto

componente potrebbe essere un modello spaziale che viene utilizzato per memorizzare le informazioni sul mondo reale e quello virtuale. Le informazioni raccolte sono efficaci per conservare la posizione dell'utente nel mondo reale e per mantenere il contenuto di informazioni virtuale.

G. ROBOT AUTONOMI



Figura 6: Trasformazione del concetto di robot (M. Callegari, 2020)

La nuova generazione di robot avrà un costo inferiore e una capacità superiore a quelli attualmente in uso, saranno in grado di interagire tra loro e con le persone e di assimilare da queste interazioni.

Nell'ambito industriale sono impiegati per sostituire replicare l'uomo per lo svolgimento di compiti faticosi, ripetitivi o in generale poco graditi.

La nuova generazione di robot utilizzata nelle aziende sono i *robot collaborativi(cobot)*, robot industriali leggeri e flessibili pensati per lavorare insieme all'uomo insicurezza senza barriere o gabbie protettive a dividerli.

Per garantire la tutela da infortuni dei lavoratori, prevede che il cobot debba essere dotato di ridondanza, limitazioni di forza e velocità e di sensori specifici.

In più, per assicurare la protezione degli operatori in caso di urti o contatti, i robot collaborativi sono caratterizzati da membri leggeri e talvolta ricoperti di materiale apposito, nello specifico i giunti devono essere arrotondati e plastificati.

Possiamo inoltre definire tre livelli di cooperazione come illustrato nell'elaborato di Meccanica delle Macchine (M. Callegari, 2020):

- *Aree di lavoro sicure*: in tale situazione la collaborazione che avviene tra robot e l'operatore viene controllata mediante software e dispositivi elettronici. Per il controllo della velocità vengono utilizzati laser o sistemi di visione al fine di tracciare la posizione dei lavoratori. Nello spazio di lavoro di individuano zone di sicurezza graduate in modo tale che il cobot possa reagire in diverso modo a seconda della posizione dell'operatore.
- *Aree di lavoro condivise tra operatore e cobot*: questa area di lavoro è condivisa dall'operatore e dal cobot per cui possono verificarsi contatti volontari o accidentali.
- *Esecuzione di compiti con interazione fisica tra operatore e cobot*: i cobot sono macchine a misura d'uomo ed ergonomiche e quindi risulta possibile effettuare operazioni di cooperazione stretta. Vengono applicate delle limitazioni di forza e potenza e i cobot si fermano non appena registrano un valore eccessivo di forza ai giunti.

I cobot sono inoltre progettati per percepire le forze applicate alla struttura e dissiparle in caso di urto.

La robotica collaborativa ha permesso notevoli vantaggi come il miglioramento delle condizioni di lavoro, la facilità di programmazione, e infine la semplificazione del lay-out produttivo.

H. SISTEMI INTEGRATI

L'integrazione dei dati e dei sistemi lungo tutta la catena del valore assicura che tutti i reparti e le varie funzioni dell'azienda facciano parte di un unico sistema integrato.

L'integrazione dei dati e dei sistemi coinvolti nell'ambiente produttivo consente a tutti i reparti e alle funzioni aziendali di divenire parte di un'unica organizzazione.

Si possono evidenziare le differenze tra l'integrazione verticale e quella orizzontale (Carbone D., 2018).

Quella verticale riguarda la comunicazione e condivisione di informazioni, all'interno dell'azienda, ma in modo trasversale rispetto alla sua struttura gerarchica della stessa. Un sistema si può dire integrato verticalmente se riesce a coinvolgere più soggetti, a partire dalla base fino ai piani alti del management, cioè coloro che hanno responsabilità decisionali e strategiche per l'impresa.

In questo modo le informazioni attraversano velocemente tutti i vari soggetti coinvolti, tagliando di molto i tempi morti che solitamente intercorrono tra l'acquisizione dei dati e il momento decisionale.

Al contrario, l'integrazione orizzontale si attiene a soggetti esterni alla 'azienda come fornitori, distributori e altri individui ancora legati da una rete di condivisione di informazioni attinenti alla manutenzione delle macchine o la fornitura di materie prime. Un fornitore di macchine potrà trasferire tutta una serie di informazioni, attraverso il cloud, che permetteranno all'azienda di gestire al meglio la manutenzione, sia attraverso azioni preventive che predittive.

Nei casi più avanzati, l'integrazione orizzontale può raggiungere anche il cliente, il quale potrà ordinare il suo prodotto personalizzato, interfacciandosi direttamente con le macchine presenti in linea di produzione.

I sistemi integrati permettono di coinvolgere tutti gli attori della realtà industriale per il miglioramento e soddisfacimento dei requisiti del sistema sia a livello di produzione che di gestione.

I. MANIFATTURA ADDITIVA

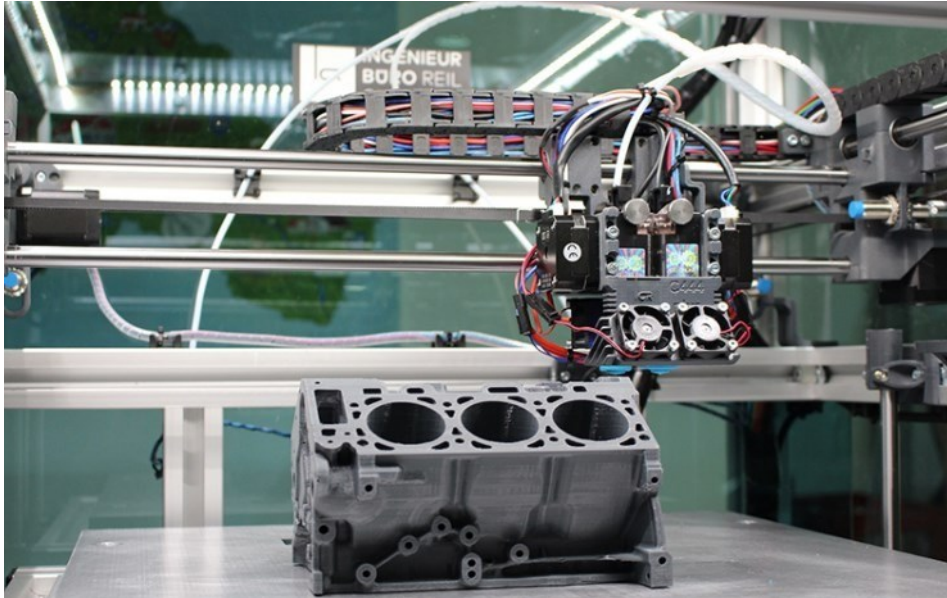


Figura 7: Esempio stampante 3D (n.d.)

Si basa su una serie di processi di fabbricazione additiva che consentono di realizzare oggetti tridimensionali partendo da un modello digitale, depositando progressivamente materiale strato su strato.

La principale applicazione di questo tipo di produzione è la stampante 3D. La stampa 3D è attualmente utilizzata per la prototipazione o per la produzione di componenti specifici, ma nell'Industria 4.0 queste tecnologie di produzione additiva saranno utilizzate più ampiamente per produrre lotti di prodotti altamente personalizzati

Rappresenta un'alternativa alle tradizionali tecniche che partendo da un blocco asportano il materiale, attraverso delle macchine CNC (Computerized Numerical Control), al fine di ottenere l'oggetto desiderato.

Nonostante, oggi esistano macchine CNC ad elevata precisione con 5 o 6 assi di rotazione, in alcuni campi, sono stati sostituiti dalla stampa 3D. Infatti, le lavorazioni per asportazione di truciolo, sono più pericolose per alte temperature e per le schegge che si possono creare durante la lavorazione.

1.4 SVILUPPO DELLA RESILIENZA

La resilienza viene definita come la capacità di rispondere a traumi e alle difficoltà. Le aziende possono sviluppare la resilienza mediante una serie di fattori e tecnologie che consentono agli operatori di intervenire sui processi senza essere presenti fisicamente come ad esempio:

- la realtà aumentata (AR) che consente di migliorare la manutenzione dei macchinari industriali e ricevere assistenza da remoto in base ai dati generati dallo stesso macchinario;
- I sensori IoT che risultano intelligenti e possono comunicare sia con altri sensori sia con computer remoti, permettendo alle aziende di gestire l'enorme quantità di dati generati (Big Data);
- utilizzando strumenti di monitoraggio da remoto per diagnosi, ispezioni o riparazioni on site.
- mediante la realtà virtuale (VR) l'operatore può visualizzare i dati di pianificazione dal punto di vista dell'utente, riducendo al minimo gli errori. Scegliere di implementare soluzioni di realtà aumentata in azienda significa poter ottenere da subito importanti vantaggi in termini di efficienza, produttività aziendale, riduzione di costi e possibilità di errore, analisi dei Big Data, grazie all'integrazione con le strutture cloud esistenti.

Un'azienda resiliente risulta capace di reagire in modo positivo allo stress ambientale e alle situazioni inattese che portano allo sviluppo di nuove funzionalità unite alla capacità di trovare altre opportunità.

Un'azienda per sviluppare resilienza deve essere consapevole dei propri punti di forza e dei propri valori.

2 IMPATTO DEL COVID SULL'INDUSTRIA 4.0

2.1 INTRODUZIONE

La crisi economica non è stata determinata dall'elevato numero di decessi, che seppur dolorosi sono risultati rispetto alla popolazione relativamente bassi. Essa è stata causata prevalentemente dalla scelta politica di confinare l'economia per sottrarsi al potenziale aumento delle infezioni e dei decessi.

Il primo trauma che si è verificato è stato provocato dalle misure restrittive che hanno portato a rilevanti problemi riguardo l'approvvigionamento. L'altro shock è stato causato dall'aumento del prezzo del petrolio, che però le imprese possono inserire nei loro prezzi per continuare a svolgere la propria attività.

L'alleggerimento delle misure restrittive e il riavvio delle attività produttive ha messo in luce l'importanza dell'Industria 4.0 che ha contribuito alla sopravvivenza di molte aziende, accelerando il passaggio ad una produzione che risulti sostenibile.

Prima del Covid le tecnologie dell'Industria 4.0 erano considerate solo per aumentare la competitività e la produttività, oggi invece stanno diventando un fattore attraverso il quale le aziende riescono a sopravvivere e quindi un qualcosa a cui non si può più rinunciare.

Le applicazioni dell'intelligenza artificiale sono state fondamentali per bilanciare l'indisponibilità dei lavoratori garantendo la continuità dell'attività produttiva mediante il lavoro a distanza.

Risulta probabile che l'accelerazione all'adozione dei principi dell'Industria 4.0 possano evidenziare il divario in Italia, poiché si prevede che la pandemia aumenti la disparità all'interno e tra i paesi.

2.2 L'INDUSTRIA 4.0 IN ITALIA PRIMA DEL COVID

L'Italia è caratterizzata da significative differenze territoriali sia in termini di sviluppo e dinamiche imprenditoriali all'interno delle varie regioni. Suddividiamo idealmente l'Italia in Nord Ovest ricco e avanzato, Nord Est, Centro e Sud. Le regioni del Nord Est e Centrale sono caratterizzate da una forte presenza manifatturiera. Il Mezzogiorno invece è contraddistinto da un elevato tasso di disoccupazione e un tasso di attivazione del settore manifatturiero anch'esso in declino.

L'Italia è stato uno degli ultimi Paesi a inserire un piano governativo sull'Industria 4.0 nel 2016. Il piano nazionale è stato esibito per incentivare gli investimenti e l'innovazione per il periodo 2017-2019. Esso favorisce l'approccio e l'avvicinamento all'Industria 4.0 collegando le aziende con altre fonti esterne (imprese, istituzioni).

In Italia nel mercato dell'Industria 4.0 si è riscontrato un valore di circa 3,9 miliardi di euro, con una crescita del 22% rispetto al 2018.

La Smart Technology più considerevole è l'I-IOT, che abilita la raccolta dei vari dati, con il 60% del mercato totale. Seguono poi le tecnologie relative all'Industry Analytics, che costituiscono un essenziale complemento dei progetti I-IOT, rappresentano il 16% e Cloud Manufacturing, che si concentra sull'accessibilità e visibilità della Supply Chain, costituiscono invece il 9%.

Le soluzioni di Advanced Human Machine Interface al contrario rallentano per via dei vari ostacoli che si verificano nella conversione di progetti pilota in progetti esecutivi estesi a tutta l'organizzazione.

2.2.1 CASO STUDIO RIGUARDO IL LIVELLO DI MATURITA' RAGGIUNTO DALLE IMPRESE SU INDUSTRIA 4.0

L'articolo Industry 4.0 Accelerating Sustainable Manufacturing in the COVID-19 Era: Assessing the Readiness and Responsiveness of Italian Regions (2021) tratta del caso studio riguardo il livello di maturità delle aziende su Industria 4.0 partendo dall'analisi eseguita dal ministero dello Sviluppo Economico (MISE) e l'Osservatore Economico e Territoriale (MET). L'indagine è stata effettuata su 24.000 imprese italiane tra 2017 e 2018 per valutare il livello di maturità raggiunto dalle aziende su Industria 4.0.

I risultati ottenuti da tale ricerca sono stati i seguenti:

- solo il 6% delle microimprese ha inserito le tecnologie dell'industria 4.0;
- il 18,4% relativo alle piccole imprese;
- 35,5% delle medie imprese;
- 47,1% delle grandi imprese.

Possiamo allora dedurre che le aziende che stavano implementando le varie soluzioni di Industria 4.0, durante la pandemia hanno potuto constatare la reale maturità delle soluzioni intraprese. Hanno dovuto anche rivedere il modo con cui considerare le tecnologie impiegate non più utilizzate per aggiungere valore quanto piuttosto per la loro utilità in situazioni difficili come quella del COVID-19. Inoltre l'aver provato le piattaforme durante la situazione di shock ha consentito alle aziende di comprendere i punti deboli e i limiti delle loro infrastrutture di supporto IT/OT.

Le aziende che invece non hanno inserito le tecnologie dell'Industria 4.0 o hanno implementato una bassa percentuale di tali innovazioni hanno pagato il prezzo più alto e hanno sofferto della mancanza di esperienza pregressa.

Questi valori dovrebbero mutare tenendo in considerazione le applicazioni dell'Industria 4.0 per la conduzione efficace della produzione nell'emergenza COVID-19.

A livello regionale, la percentuale più elevata di imprese che utilizzano le tecnologie dell'Industria 4.0 si trovano in Piemonte (11,8%) come possiamo visualizzare dalla tabella sottostante estrapolata dall'articolo di Lepore, D., Micozzi, A., & Spigarelli, F. (2021). Segue il Veneto (11,7%), mentre la quota più bassa è situata in Toscana (4,3%) e in Puglia (4,6%).

regioni	Imprese Tradizionali	Imprese Tradizionali con Piani 4.0	Imprese 4.0
Abruzzo	89,4	3,7	6,9
Basilicata	91,7	3,7	4,6
Calabria	88,3	4,8	6,8
Campania	88,7	5,3	6
Emilia-Romagna	85,1	4,3	10,6
Friuli VG	86,4	4,1	9,5
Lazio	86,7	5,3	8
Liguria	91,7	3,3	5
Lombardia	86,1	4,2	9,7
Marche	89,5	3,5	7
Molise	88,3	3	8,7
Piemonte	81,8	6,4	11,8
Puglia	90,2	5,1	4,6
Sardegna	91,5	2,6	5,9
Sicilia	91	2	7
Toscana	92,1	3,6	4,3
Trentino AA	83,9	5,2	10,9
Umbria	90	3,2	6,8
Valle d'Aosta	91	2,6	6,4
Veneto	80,5	7,8	11,7
Italia	86,9	4,7	8,4

Figura 8: Utilizzo delle tecnologie dell'Industria 4.0 (Lepore D. et al, 2021)

2.3 INDUSTRIA 4.0 IN ITALIA DOPO IL COVID

Mediante la legge di Bilancio 2020, prima della pandemia, il governo italiano aveva riconosciuto l'importanza delle tecnologie digitali, andando ad introdurre agevolazioni fiscali e vari strumenti di finanziamento.

Il COVID-19 ha messo sotto stress l'Italia per l'elevata crescita della domanda riguardo i servizi digitali.

L'Italia ha mostrato diversi gradi di reazione a questa situazione di shock. Le aziende che in passato avevano investito nell'ambito delle tecnologie si sono trovate attrezzate ad affrontare tale situazione. Al contrario, le imprese che non avevano sviluppato quell'ambito non state in grado di fronteggiare questa situazione.

A livello nazionale sono state inserite nuove misure nel piano Industria 4.0 per supportare le imprese nelle fasi post-COVID-19. Tali misure riguardano lo sviluppo e la sperimentazione di soluzioni innovative e sostenibili.

Le prime iniziative che sono state adottate si basano sul lavoro a distanza, quelle orientate all'Industria 4.0 e quelle che favoriscono l'accrescimento di un ecosistema Industria 4.0.

Per quanto riguarda il lavoro a distanza questo è stato incentivato mediante operazioni di sostegno relative alla formazione e all'acquisto di strumenti digitali per consentire il passaggio del lavoro a distanza. Ad esempio il Friuli-Venezia Giulia fornisce un kit che mira ad aumentare la produttività e la flessibilità della pubblica amministrazione e delle imprese verso il lavoro a distanza. La Lombardia, invece, ha inserito dei voucher per i datori di lavoro con almeno tre dipendenti per l'acquisto delle attrezzature tecnologiche o per chiedere delle consulenze per il lavoro a distanza. Il Lazio ha esteso questi incentivi anche alle imprese con un solo dipendente. La Basilicata ha introdotto incentivi per il lavoro a distanza nei nuovi piani di sviluppo dell'azienda, rimborsando 70% delle spese. Le Marche, invece, hanno lanciato un bando per sostenere le microimprese nel processo di

riorganizzazione a causa del COVID-19 che prevede investimenti nell'Industria 4.0 e nuovi modelli di lavoro.

Nella parte meridionale del Paese, inoltre, Campania, Calabria, Basilicata, Puglia, Sicilia hanno allocato dei fondi per le microimprese per sostenere l'acquisto di macchinari innovativi che portino a rendere più sostenibili i processi produttivi.

L'analisi del Piano Industria 4.0 e delle misure regionali nelle fasi post-COVID mette in luce il fatto che la sostenibilità sta diventando un criterio fondamentale per aver accesso agli aiuti finanziari che indicano la "disponibilità delle imprese ad investire nell'industria 4.0".

Molte aziende che hanno integrato nei loro sistemi le tecnologie relative alla robotica, Big data, Cloud Manufacturing sono riuscite ad incrementare l'efficienza e la produttività riducendo i costi e aumentando la soddisfazione del cliente. I vantaggi che queste aziende sono riuscite ad estrapolare dall'Industria 4.0 sono molteplici: maggiore flessibilità e velocità di prototipazione alla produzione in serie; aumento della produttività mediante tempi di attrezzaggio ridotti, errori e fermo macchina più brevi e inoltre migliore qualità e meno sprechi. Integrando inoltre nei sistemi di gestione della sicurezza alcune tecnologie dell'Industria 4.0 sono riuscite inoltre a ridurre gli incidenti.

Possiamo allora comprendere come l'Industria 4.0 ha potuto mitigare alcuni effetti della crisi, facendo in modo che l'attività produttiva non si arrestasse.

La pandemia di COVID-19 ha inoltre portato allo sviluppo come affermato precedentemente dello smart working, poiché prima del lockdown una bassa percentuale di lavoratori adottava tale tipologia di lavoro.

Con la quarantena la percentuale è naturalmente salita, poiché proprio la tecnologia digitale può assicurare la sopravvivenza delle aziende stesse. La seguente tabella illustra le varie tecnologie abilitanti che sono state introdotte:

4.0 Tecnologie abilitanti	Applicazioni COVID-19
Soluzioni di produzione avanzate	I robot possono essere implementati e addestrati per compiti ripetitivi, garantendo il distanziamento sociale. Il sensore applicato ai dipendenti può monitorare in tempo reale i sintomi del COVID-19. I chatbot possono rispondere al gran numero di domande del pubblico in generale e dei clienti.
Produzione di additivi	La stampa 3D può produrre prodotti molto richiesti e parti critiche che momentaneamente non sono prodotte dai fornitori. La tecnologia può contenere la diffusione del virus dalla produzione di mascherine. La scansione 3D può essere utilizzata per motion capture, mappatura robotica e design industriale.
Realtà aumentata	I dispositivi di Realtà Virtuale e Aumentata chiudono la distanza fisica tra persone in grado di lavorare insieme e forniscono istruzioni in un ambiente quasi "reale".
Simulazione	Le piattaforme abilitate per l'intelligenza artificiale possono aiutare le aziende a simulare ambienti di lavoro dal vivo e a creare forza lavoro on-demand. La realtà virtuale (VR) migliora l'efficienza del lavoro di squadra, riduce i costi di viaggio e l'impatto dell'inquinamento sull'ambiente. La realtà virtuale è uno strumento di comunicazione e collaborazione.
Integrazione orizzontale/verticale	I sistemi intelligenti di gestione della conoscenza che utilizzano l'intelligenza artificiale integrano e disperdono la conoscenza lungo la catena di approvvigionamento, responsabilizzando i dipendenti.
Internet industriale e cloud	Il software di controllo basato su cloud consente alle aziende di mantenere e monitorare le operazioni e le apparecchiature da remoto. L'IoT può essere utilizzato in combinazione con droni applicati per la sorveglianza o per tracciare l'origine di un focolaio o per la ricerca del paziente zero. Quindi, l'IoT può essere utilizzato dal personale medico per il monitoraggio remoto dei pazienti a casa.
Sicurezza informatica	Le aziende possono migliorare la sicurezza informatica a tutti i livelli quando i tempi di inattività delle risorse sono elevati o le operazioni vengono interrotte.
Big Data e analisi	Il software basato su IoT fornisce un dashboard in tempo reale di indicatori chiave di prestazione per supportare i dialoghi sulle prestazioni in officina e aumentare la trasparenza. I dati acquisiti possono includere informazioni sulle condizioni della macchina in tempo reale e storiche, nonché i record dei clienti. I big data possono essere utili per prevedere l'impatto del virus sul business, raccogliere dati in tempo reale e fornire questi dati ai manager per pianificare una strategia per affrontare la crisi.

Figura 9: Tecnologie 4.0 (Lepore D. et al, 2021)

2.4 PIANIFICAZIONE E SCELTE DELLE AZIENDE PER IL FUTURO

Le imprese mediante l'utilizzo della digitalizzazione e sostenendo rapporti stabili con l'estero sono orientate allo sviluppo di servizi a domicilio e dell'e-commerce. Per poter fronteggiare la crisi post pandemia, le aziende devono considerare il concetto di riqualificazione professionale, ovvero la forza lavoro potrebbe aver bisogno di cambiare mansione a causa dell'impatto dell'automazione e digitalizzazione dell'attività produttiva.

La formazione professionale diventa un concetto fondamentale per il raggiungimento dei propri obiettivi, portando all'aumento delle competenze interne all'azienda e sviluppando nuove figure professionali.

Le aziende devono adattarsi alle variazioni che possono verificarsi formando il proprio personale secondo necessità e coinvolgendolo di più.

Una delle principali ripercussioni della pandemia sarà una rapida riconversione delle competenze del capitale umano, andando ad integrare le nuove forme organizzative del lavoro con le tecnologie innovative.

Le imprese che avevano investito nell'ambito della digitalizzazione hanno potuto dare continuità alla propria attività produttiva, evitando una ancora più profonda crisi.

Le aziende hanno l'obiettivo di adottare soluzioni digitali al fine non solo di ridefinire il lavoro in sé ma andare anche a riorganizzare le relazioni che intercorrono con i clienti e i fornitori.

Le mutazioni verso una gestione dell'impresa fondata su strumenti digitali consentono all'azienda sia di essere efficiente in termini di collaborazione e cooperazione nell'immediato sia di aumentare il rendimento dell'azienda stessa.

3 AZIENDE 4.0 E RESILIENTI VS AZIENDE TRADIZIONALI

3.1 CONFORNTO TRA AZIENDE CHE UTILIZZANO UN PROCESSO PRODUTTIVO TRADIZIONALE VS PROCESSO PRODUTTIVO SMART

Le aziende che si basano su una linea di produzione tradizionale, come enuncia la Redazione Make Group nell'articolo "*Industria 4.0 vantaggi strategici e prospettive*", sono caratterizzate da una struttura poco flessibile che si occupa della produzione di un solo tipo di prodotto o di una limitata varietà di prodotti. Questa è costituita da stazioni di lavoro che risultano distribuite lungo un nastro trasportatore. Ogni macchina esegue il proprio compito predeterminato e non si verifica nessuna comunicazione tra le varie stazioni di lavoro.

Queste aziende non sono state in grado di reagire allo shock che è stato causato dal COVID-19, non avendo introdotto nei loro sistemi di produzione delle tecnologie che potevano agevolare la necessità di apportare delle modifiche al processo produttivo in così poco tempo.

Al contrario un sistema di produzione di tipo smart ci consente di realizzare vari tipi di prodotti e il sistema di movimentazione risulta flessibile per poter agevolare i diversi percorsi di produzione.

Questa emergenza sanitaria ha messo in risalto l'importanza di un processo produttivo di tipo smart che è in grado di adattarsi in maniera rapida a variazioni che posso verificarsi.

Come riportato dall'articolo *Industria 4.0 vantaggi strategici e prospettive* il vantaggio primario dei sistemi che hanno introdotto l'Industria 4.0 è dettato sicuramente dalla disponibilità di tutte le informazioni pertinenti in tempo reale e si può inoltre ricavare dai dati in qualsiasi momento la rendicontazione e il supporto necessario a superare problematiche produttive. La connessione tra persone, cose e sistemi, crea un enorme valore aggiunto in termine di riduzione dei costi, disponibilità di informazioni real-time e interazione tra risorse. L'introduzione delle tecnologie dell'Industria 4.0 nei sistemi produttivi consente anche di

anticipare le richieste del cliente grazie alla raccolta delle informazioni e di ottenere maggiore flessibilità attraverso la produzione di piccoli lotti.

I sistemi di produzione smart permettono di realizzare dei prodotti di qualità superiore ottenuti mediante costi ridotti e di generare servizi a valore aggiunto per gli operatori e per il cliente finale, grazie ad una catena del valore che continuamente si rinnova ed ai sistemi tecnologici che governano i processi fisici di produzione.

L'introduzione dell'Industria 4.0 presenta anche degli svantaggi legati al fatto che nel breve periodo richiede investimenti onerosi che porteranno dei vantaggi soltanto nel lungo periodo.

Molte aziende hanno deciso di non adottare queste tecnologie poiché prevedono anche la formazione degli operatori per acquistare le nuove competenze informatiche che sono necessarie per impiegare al massimo le tecnologie abilitanti.

3.2 CASO STUDIO: AZIENDA CHE HA INTRODOTTO NEI PROCESSI PRODUTTIVI LE TECNOLOGIE DELL'INDUSTRIA 4.0

Un esempio di tale azienda è la divisione farmaceutica Bayer, ospitata a Garbagnate, che in un momento di elevata crescita dei volumi ha utilizzato un sistema di ottimizzazione della programmazione che si basa su Digital Twin, ossia una rappresentazione virtuale in tempo reale di un sistema a un elevato livello di dettaglio grazie alla messa in atto di sensori, per promuovere miglioramenti in tutto il proprio laboratorio di controllo qualità.

Il progetto di digitalizzazione è partito dal 2017, inserendo vari sensori e connessione tra le macchine.

La Bayer ha inserito il Digital Plant che ha l'obiettivo di razionalizzare il lavoro, ottimizzando l'esperienza, il personale e le risorse. Nello stabilimento sono attivi diversi software (Erp, Mes) che raccolgono elevati quantitativi di dati. Il

nuovo sistema che è stato sviluppato mette in relazione tutti i reparti tra loro. Il confezionamento risulta costituito da un grande numero di sensori, mediante i quali ottenere informazioni sullo stato e sul fermo del suddetto impianto.

Tale azienda si avvale anche dell'utilizzo di strumenti digitali tra i quali la realtà aumentata che consente agli operatori che dispongono di smart glasses di proiettare direttamente sullo schermo le operazioni da eseguire.

Queste tecnologie che sono state sviluppate porteranno anche alla definizione di nuove figure professionali tra cui il data scientist ovvero colui che si occupa di scrivere algoritmi grazie ai quali i dati vengono tradotti in valori. Un'altra figura che è stata inserita è il *translator* che si pone tra il data scientist e l'operatore che conosce il business, i processi, i problemi, le necessità e anche il mondo degli algoritmi.

La Bayer il 24 febbraio, tre giorni dopo il primo caso di Coronavirus in Italia, ha istituito una cabina di regia per gestire la crisi che si era venuta a creare. Tutti i lavoratori, hanno continuato a svolgere il lavoro in smart working, non potendo bloccare l'attività produttiva poiché si occupano della produzione e del confezionamento di farmaci salvavita in forma solida come compresse e microcapsule. Tale azienda ha quindi anticipato le misure di sicurezza e ha consentito attraverso l'utilizzo della resilienza, ovvero di adattamento ad una situazione di shock che può verificarsi, la continuità dell'attività produttiva.

3.3 CASO STUDIO: RUOLO DELL'INDUSTRIA 4.0 IN REALTA' IN CORSO DI TRANSIZIONE

La Bayer rappresenta una realtà già affermata nel campo dell'Industria 4.0, avendo adottato prima del COVID-19 le varie tecnologie innovative. Andiamo ora a prendere in esame, come illustrato dall'articolo Shaikholla, S., Dikhanbayeva, D., Suleiman, Z., Shehab, E., & Turkyilmaz, A. (2021, aprile) il ruolo dell'Industria 4.0 nei paesi caratterizzati da economie di transizione come il Kazakistan per analizzare e fare chiarezza sul reale effetto del COVID-19.

Poiché il Kazakistan rappresenta un'economia emergente è stato largamente colpito dall'impatto del COVID-19. Lo shock provocato dalla pandemia rischia di innescare una crisi prolungata paragonabile a quella vissuta dal Paese dopo la dissoluzione dell'URSS (unione delle repubbliche socialiste sovietiche). Per evitare che si verificasse questa situazione, il governo del Kazakistan ha introdotto il programma di digitalizzazione delle imprese, che ha dimostrato la sua efficacia. Queste aziende sono riuscite ad evitare la sospensione della produzione grazie a tecnologie come sensori, sistemi di gestione del personale mobile. Sono stati analizzati gli effetti della pandemia sulla base di interviste condotte a 13 rappresentanti delle aziende del Kazakistan.

Per raggiungere questo obiettivo, viene utilizzata una ricerca empirica qualitativa basata su interviste online semi-strutturate approfondite con diversi settori industriali del Kazakistan. Il campione preso in esame comprende diversi ambiti come petrolio e gas, automazione industriale e degli elettrodomestici, fornitura di servizi e settore di para-pubblico. Sono state fornite 13 interviste, designate in ordine alfabetico dalla A alla M. Agli intervistati è stato chiesto di fornire una risposta alla domanda: "In che modo il COVID-19 ha influenzato le prestazioni aziendali e l'attuazione di Industria 4.0 nella tua azienda?".

Effettuando un'analisi delle risposte, possiamo notare che 11 supportano l'idea che il COVID-19 ha avuto un impatto sulle prestazioni delle aziende del Kazakistan, che ha anche delle implicazioni dirette per l'implementazione dell'Industria 4.0. Alcune imprese hanno già avviato progetti di Industria 4.0 che hanno prodotto benefici per il proprio business, mentre un'altra parte di imprese è stata costretta a tagliare i costi per le innovazioni.

Si nota che uno dei problemi principali affrontati dalla maggior parte degli intervistati è stato l'impatto economico negativo: il numero in calo di ordini, interruzioni della catena di approvvigionamento, dinamiche fluttuanti del mercato e ritardi nell'attività commerciale. Un'altra questione segnalata è stata

l'impossibilità di trasferire la maggior parte delle attività lavorative a distanza a causa della natura delle operazioni.

Anche se abbiamo ottenuto dei pareri contrastanti tutti hanno concordato che tale pandemia ha agevolato i progressi nell'applicazione dell'Industria 4.0.

Inoltre, ha messo in luce l'importanza della trasformazione digitale nel fornire maggiore flessibilità e agilità dei processi aziendali, aspetto fondamentale durante la situazione di pandemia. Per di più alcuni intervistati sostengono che il lavoro a distanza abbia consentito di ridurre i costi associati al luogo di lavoro, pur garantendo lo stesso livello di efficienza tra i vari dipendenti.

I dati forniti in termini di dichiarazioni saranno convertiti in punti della scala 5-Likert per mostrare l'equivalente quantitativo delle risposte su quanto la pandemia abbia leso le imprese. La rappresentazione dei punti è la seguente:

- "1" elevato impatto negativo;
- "2" forte impatto negativo;
- "3" neutro/nessun impatto;
- "4" forte impatto positivo;
- "5" elevato impatto positivo.

No	Point	No	Point	Labels
A	5	H	2	"1" – strong negative impact, "2" – negative impact, "3" – neutral/no impact, "4" – positive impact, "5" – strong positive impact.
B	5	I	2	
C	4	J	4	
D	4	K	2	
E	4	L	3	
F	1	M	3	
G	3			

Figura 10: Tabella di conversione 5-Likert (Shaikholla, S. et al, 2021)

Per mettere in evidenza la distribuzione di frequenza dei punti della scala 5-likert, utilizziamo il seguente istogramma:

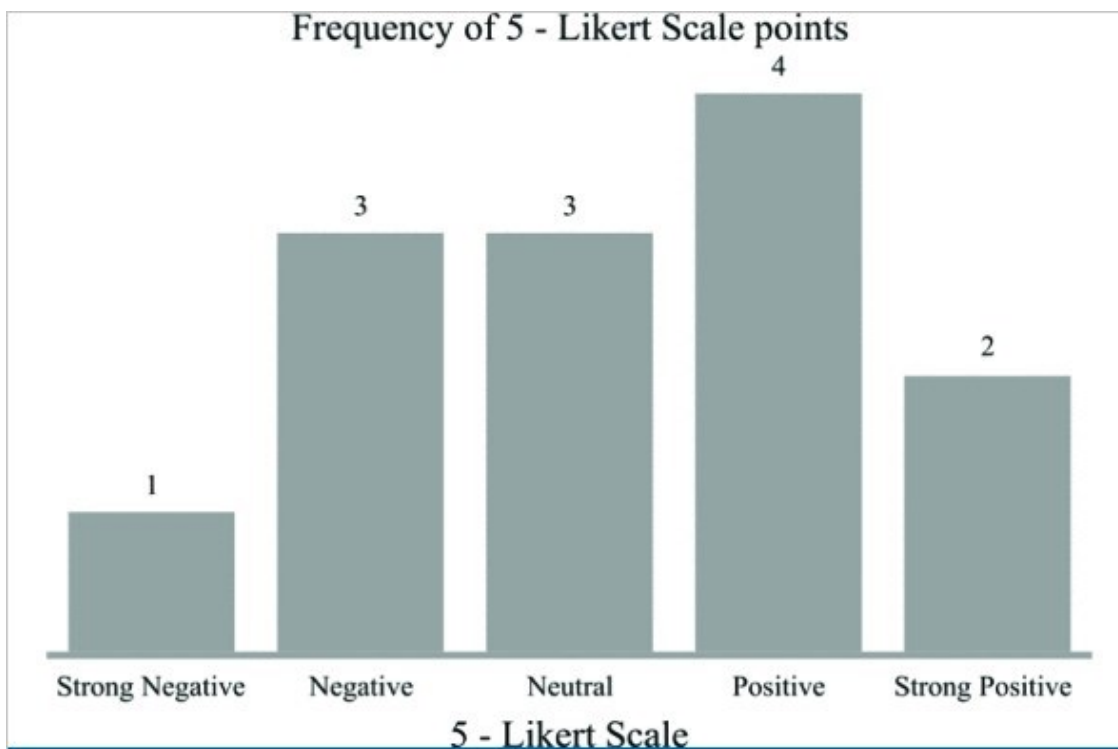


Figura 11: Istogramma di 5-Likert (Shaikholla, S. et al, 2021)

Possiamo notare che l’impatto positivo del COVID-19 sulle performance delle aziende selezionate del Kazakistan sta prevalendo sugli aspetti negativi di esso. Il campione di dati che è stato utilizzato risulta essere piccolo per trarre delle conclusioni su larga scala, tuttavia si deduce che la pandemia ha avuto un impatto piuttosto positivo sul potenziale sviluppo delle imprese del Kazakistan.

Il COVID-19 ha avuto il ruolo di innescare l’introduzione delle tecnologie digitali non solo nei paesi e nelle aziende sviluppate con un’economia forte e sana, ma anche in quei paesi in via di sviluppo come il Kazakistan. Si nota che l’implementazione dell’Industria 4.0 è un modo efficace per potersi adattare a condizioni in rapida evoluzione e viene vista come uno strumento per rafforzare il vantaggio competitivo sul mercato.

Le imprese che impiegano più tempo ad adottare i principi dell'Industria 4.0 saranno le prime a cadere nella crisi globale. Si verificherà in queste aziende un ritardo nello sviluppo tecnologico, che porteranno ad una perdita di competitività.

3.4 ESEMPI DI AZIENDE CHE ATTRAVERSO LA RESILIENZA HANNO MODIFICATO LA PROPRIA ATTIVITA' PRODUTTIVA

Nelle aziende il concetto di resilienza sta ad indicare la capacità di avere a disposizione le giuste risorse per poter analizzare la situazione, capire le debolezze e i punti di forza, per scegliere l'azione più intelligente da applicare in quel momento.

In questo modo un'azienda può definirsi resiliente ed essere in grado di reagire positivamente allo stress e alle situazioni inaspettate. Non è necessario stravolgere la realtà, quanto più è necessario creare nuove opportunità.

Risulta importante che l'azienda abbia chiari i propri punti di forza e di debolezza, i valori su cui la stessa realtà aziendale è costruita. In tale modo è più semplice comprendere la direzione da dare al necessario cambiamento richiesto dalla situazione contingente.

Se alla base di un'azienda resiliente ci sono le persone risulta molto importante anche quello che viene fatto per le persone e dalle persone.

Nella situazione creata dal Covid c'è bisogno di piani di sviluppo aziendali che risultano sinergici, integrati e multifunzionali.

Un aspetto fondamentale che è richiesto alle aziende è la reattività altrimenti si rimane indietro e si cola a picco.

Non esiste un modo per diventare resilienti ma quello che può portare alla definizione di tale parola è il coordinamento tra le diverse parti dell'azienda, la connessione con l'esterno e la condivisione dei vari obiettivi aziendali.

Il concetto di resilienza è stato messo in pratica da diverse aziende come Armani, Prada, Zegna che hanno trasformato la propria produzione per andare incontro ai bisogni del Paese e dei cittadini.

Un elemento distintivo di queste iniziative è stata la rapidità di adeguamento, tipica delle aziende moderne e che utilizzano le tecnologie dell'Industria 4.0.

Oltre ad aver migliorato la propria immagine agli occhi del pubblico, queste aziende sono anche riuscite a portare avanti la produzione, consentendo ai dipendenti di continuare a lavorare.

CONCLUSIONI

Come possiamo notare dall'elaborato l'obiettivo della trattazione di questo argomento era porre attenzione a come le tecnologie dell'Industria 4.0 hanno giocato un ruolo fondamentale per rispondere allo shock causato dalla pandemia. Il percorso di digitalizzazione delle imprese è insidioso poiché è necessario non solo adottare le varie tecnologie ma anche portare alla realizzazione di un'azienda interconnessa.

La digitalizzazione ha cambiato il concetto d'impresa in maniera irreversibile, andando però a migliorare la qualità e l'efficienza produttiva.

Oltre ad apportare delle modifiche al processo produttivo viene ridefinito il concetto di formazione dei lavoratori poiché essi si trovano ad affrontare l'utilizzo di nuove tecnologie e necessitano di corsi di addestramento incrementando così le loro abilità.

I lavoratori devono inoltre essere parte attiva dell'azienda e non partecipare in modo passivo come veniva fatto in precedenza.

L'introduzione di queste tecnologie sta a segnare il passaggio da processi di produzione tradizionali a quelli che risultano smart e quindi al passaggio all'Industria 4.0.

Questa transizione porta naturalmente ad una serie di preoccupazione sia riguardanti l'introduzione di robot e di tecnologie che vanno sempre di più a ridurre la necessità di personale all'interno delle aziende stesse sia portando dal punto di vista economico ad elevati esborsi iniziali che verranno ammortizzati soltanto nel lungo periodo.

Il nuovo concetto di impresa si basa su aspetti rivoluzionari che vanno dalla ridefinizione delle risorse umane fino all'utilizzo di sistemi che consentono di sviluppare relazioni e di poter condividere dati che portano elevati vantaggi a tutti i settori dell'azienda stessa.

Un ruolo importante per la digitalizzazione delle imprese è raffigurato dalle istituzioni che mediante l'erogazione degli incentivi portano le aziende ad investire in questo settore.

Il Covid ha giocato un ruolo fondamentale per portare da un lato all'accelerazione dell'adozione di queste tecnologie 4.0 ma dall'altro anche alla chiusura di molte aziende che non erano in grado di investire in questo ambito non avendo capitali a disposizione.

La pandemia, oltre aver portato ad aspetti negativi ha fatto in modo che tutti i paesi iniziassero ad avvicinarsi al mondo digitale, imparando a milioni di persone a connettersi e facendo comprendere l'importanza di tale connessione.

Questa pandemia ci ha fatto comprendere quanto il digitale farà sempre più parte delle nostre vite e quindi della necessità di appropriate competenze per l'integrazione della digitalizzazione.

La digitalizzazione non viene più vista come qualcosa di necessario per poter contrastare questa pandemia ma viene vista come un qualcosa che può incrementare le varie attività agevolando il loro svolgimento.

Come abbiamo notato dall'articolo, l'azienda Bayer aveva già introdotto nella propria impresa le tecnologie 4.0 che hanno portato delle agevolazioni sia dal punto di vista del fatturato che dal punto di vista produttivo.

La pandemia ha portato le aziende a modificare la propria visione del business adattandosi ai profondi cambiamenti che il COVID-19 ha apportato alla società, cercando di affiancare ai sistemi produttivi tradizionali un servizio digitale più moderno ed efficiente, portando alla coesione tra attività offline e online.

BIBLIOGRAFIA

- Callegari M. (2020). Cobot e applicazioni collaborative. *Meccanica delle Macchine Corso di Laurea in Ingegneria gestionale*.
https://learn.univpm.it/pluginfile.php/320718/mod_resource/content/0/6c-Robotica%20-cobot.pdf
- Carbone D. (2018, 11 Settembre). Integrazione verticale e orizzontale dei sistemi: cosa significa. *Next*. <https://mynext.it/2018/09/integrazione-verticale-e-orizzontale-dei-sistemi-cosa-significa/>
- Che cos'è la cybersecurity?. *Kaspersky*. (n.d.). <https://www.kaspersky.it/resource-center/definitions/what-is-cyber-security>
- Cloud Computing: il futuro delle tecnologie informatiche. *IES SOLUTIONS*. (n.d.)
<https://ies.solutions/servizi/cloud-computing/>
- Industria 4.0 e stampanti 3D: perché investire in questa innovativa tecnologia. Il ruolo delle stampanti 3D nell'Industria 4.0. *Key4*. (n.d.). <http://www.key-4.com/il-ruolo-delle-stampanti-3d-nellindustria-4-0/>
- Industria 4.0 vantaggi strategici e prospettive. *Make Group*. (n.d.).
<https://www.make-consulting.it/industria-4-0-prospettive-e-vantaggi-strategici/>
- Introduzione a Industry 4.0. *Corso logistica industriale* (2017). https://learn.univpm.it/pluginfile.php/315263/mod_resource/content/1/6bis%20-%20Introduzione%20a%20Industry%204.0_smart%20manufacturing.pdf
- Janmajaya, M., Shukla, A. K., Muhuri, P. K., & Abraham, A. (2021). Industry 4.0: Latent Dirichlet Allocation and clustering based theme identification of bibliography. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 103, 104280.
- Lepore, D., Micozzi, A., & Spigarelli, F. (2021). Industry 4.0 Accelerating Sustainable Manufacturing in the COVID-19 Era: Assessing the Readiness and Responsiveness of Italian Regions. *Sustainability*, 13(5), 2670.

- Shaikholla, S., Dikhanbayeva, D., Suleiman, Z., Shehab, E., & Turkyilmaz, A. (2021, April). Impact of COVID-19 on Industry 4.0 Implementation: Kazakhstan Industry Case. In *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)* (pp. 1-6). IEEE.
- Zanotti L. (13 Maggio 2021). Industria 4.0: storia, significato ed evoluzioni tecnologiche a vantaggio del business. *Network Digital* 360. <https://www.digital4.biz/executive/industria-40-storia-significato-ed-evoluzioni-tecnologiche-a-vantaggio-del-business/>