



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Tesi di Laurea Triennale

in Ingegneria Gestionale

LA GESTIONE LEAN DELL'INDUSTRIA
MANIFATTURIERA IN AMBIENTE INDUSTRY 4.0

LEAN MANAGEMENT OF THE
MANUFACTURING INDUSTRY IN THE
ENVIROMENT INDUSTRY 4.0

Laureanda:

Valeria Monachesi

Relatore:

Prof. Maurizio Bevilacqua

Anno Accademico 2019-2020

INDICE

INTRODUZIONE	1
1. LEAN MANUFACTURING	2
1.1 ORIGINI DELLA LEAN MANUFACTURING E DELLA TOYOTA PRODUCTION SYSTEM	3
1.2 I CINQUE PRINCIPI BASILARI DELLA LEAN MANUFACTURING	4
1.3 LO SPRECO	8
1.4 METODI UTILIZZATI	11
1.5 I VANTAGGI	17
1.6 ESEMPIO ITALIANO DI LEAN PRODUCTION: LA LAMBORGHINI	18
2. INDUSTRY 4.0	21
2.1. STORIA E ORIGINI DELL'INDUSTRY 4.0	22
2.2. SMART FACTORY	23
2.3 I PILASTRI DELL'INDUSTRY 4.0	25
2.4. PROBLEMA DELL'INDUSTRIA 4.0: SICUREZZA INFORMATICA	28
2.5. IL MANIFATTURIERO ITALIANO E L'INDUSTRIA 4.0: UN'OCCASIONE DA NON PERDERE PER LE PICCOLE MEDIE IMPRESE (PMI)	29
2.6. CAMBIAMENTI DELLA FABBRICA DEL FUTURO	34
3. LEAN MANUFACTURING E L'INDUSTRIA 4.0	36
3.1. LEAN INDUSTRY 4.0	37
3.2. TRE FASI DELLA LEAN INDUSTRY 4.0	39
3.3 ESEMPI DI LEAN INDUSTRY 4.0	40
3.4. LEAN MANUFACTURING E INDUSTRIA 4.0: ANALOGIE E DIFFERENZE	41
3.5 SINERGIA TRA INDUSTRY 4.0ME JIDOKA E JUST IN TIME	46
CONCLUSIONI	47
BIBLIOGRAFIA	48
RINGRAZIAMENTI	49

INTRODUZIONE

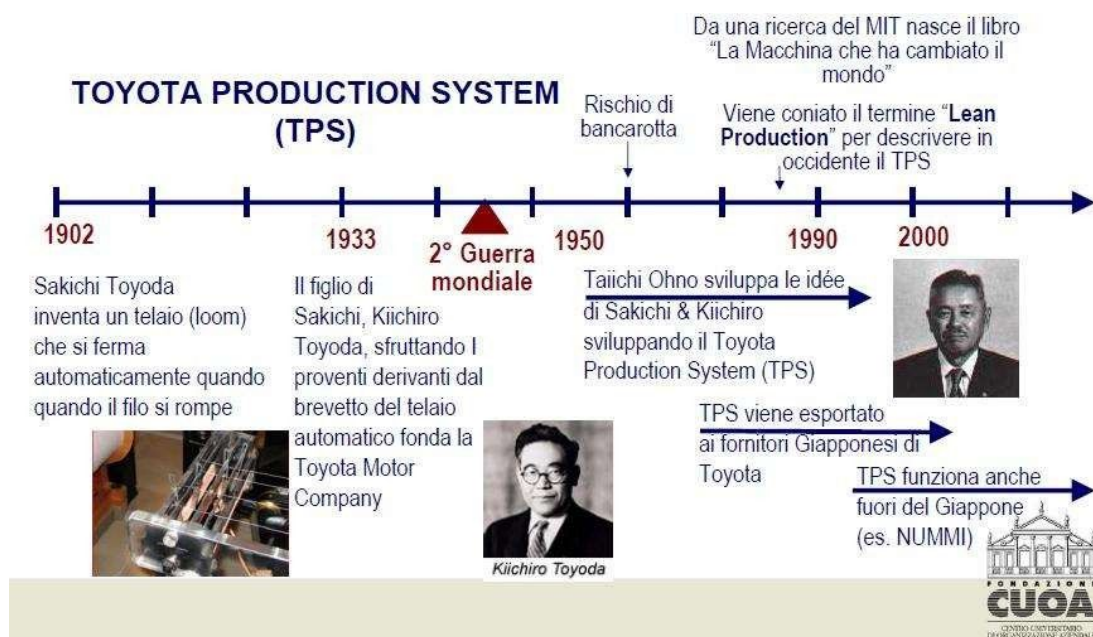
La Lean Production, più propriamente Lean Manufacturing, costituisce un insieme di principi e di metodi che, applicati in modo organico, consentono di portare all'eccellenza i processi dell'azienda. Si tratta di una metodologia per mezzo della quale gli strumenti lean sono oggi parte integrante nell'organizzazione di moltissime aziende, non solo nei processi manifatturieri, ma anche in quelli di organizzazione aziendale, problem solving e miglioramento continuo. Inoltre, negli ultimi anni ha fatto la sua comparsa il concetto di Industry 4.0, una visione del futuro dell'industria e della produzione in cui aumenterà la competitività e l'efficienza collegando tra loro tutte le risorse (dati, persone e macchinari) nella catena del valore. La domanda che molti esperti del settore si stanno ponendo in questi anni è se e come queste due filosofie, la Lean Manufacturing e l'Industry 4.0, possano coesistere o supportarsi a vicenda. Nel primo capitolo, infatti, si introduce il concetto di Lean Manufacturing presentando le sue origini, i principi basilari, inoltre si analizzano gli sprechi, i metodi utilizzati ed i vantaggi. Si conclude con un esempio di azienda italiana che lavora con questa filosofia, la Lamborghini. Nel secondo capitolo si studia il concetto di Industry 4.0 partendo dalle origini, illustrando in seguito i principi di progettazione e successivamente la rivoluzione nel modo di lavorare. Nel terzo capitolo si confrontano le due filosofie, in particolar modo si presenterà la Lean production nell'industria manifatturiera in ambiente Industry 4.0, sottolineando differenze e affinità. Chiudono la tesi, le conclusioni e le indicazioni bibliografiche.

1. LEAN MANUFACTURING

La Lean manufacturing, Lean production o Produzione Snella è una metodologia di gestione che considera uno spreco la spesa per quelle risorse utilizzate per qualsiasi altro obiettivo che non sia la creazione di valore per il cliente. Essa è una filosofia di gestione globale dell'azienda, che deriva soprattutto dalla Toyota e dal suo Toyota Production System (TPS), in grado di gestire efficientemente qualsiasi attività. Il Lean management è in grado di portare miglioramenti oggettivi, qualitativi e quantitativi nell'intera gestione aziendale. Il vero motore aziendale del miglioramento, derivante da questa filosofia, interessa proprio il personale aziendale insieme alla sua gestione ed al suo progresso. Tutti devono essere coinvolti nel processo di sviluppo all'interno dell'azienda: top management, dirigenti e responsabili, fino agli operatori. La Produzione Snella è un modello di gestione umile, non arrogante, una gestione che osserva, incoraggia e impara. Infatti, la Lean Manufacturing, comprende il sistema motivazionale, il sistema di formazione ed infine il modo di allineare obiettivi e progetti. Il Lean Management deve essere supportato, quindi, dal Lean Thinking: un vero e proprio modo di pensare, un processo di apprendimento e miglioramento che interessa non solo gli strumenti e i metodi ma anche la cultura aziendale, l'insieme di regole e i valori di essa. Il termine 'Lean' è usato per la prima volta da J.Womack, D.Jonas e D.Roos, nel loro libro "la macchina che ha cambiato il mondo", dove raccolgono tutti i concetti e le teorie della gestione e della produzione aziendale mettendo a confronto i modelli imprenditoriali giapponesi con quelli occidentali del settore automobilistico. Lo scopo di questa filosofia secondo gli autori è fare sempre di più con sempre di meno: meno tempo, meno spazio, meno sforzo, meno macchine e meno materiali. Ovvero, diminuire gli sprechi e massimizzare gli utili attraverso l'ottimizzazione delle risorse. Pensare snello aiuta ad interpretare e capire le esigenze del cliente ed operare in modo diretto ed immediato riducendo al massimo i costi e utilizzando nel miglior modo possibile le risorse a disposizione. Lean thinking e Lean management possono essere considerate la stessa cosa, con l'unica differenza che il primo è un approccio generale, mentre il secondo si riferisce ad uno stile di gestione, manageriale, che individua gli strumenti operativi per raggiungere l'obiettivo Lean.

1.1 ORIGINI DELLA LEAN MANUFACTURING E DELLA TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

Il sistema Lean o meglio Lean Manufacturing, è interamente basato sul sistema di produzione Toyota Production System. Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno ed altri responsabili Toyota, negli anni '30, implementarono una serie di innovazioni nelle loro linee di produzione per facilitare sia la continuità nel flusso di materiale che la flessibilità nella produzione di prodotti diversi. Ciò divenne ancor più necessario alla fine della Seconda Guerra Mondiale, quando si presentò l'esigenza di fabbricare piccoli lotti di un'ampia varietà di prodotti. Così è emerso il Toyota Production System, o TPS: fu sviluppato tra il 1945 e il 1970, ma ancora oggi è un concetto in continua evoluzione. L'industria americana dell'auto si svegliò solo nel 1990 quando fu pubblicato il libro citato già precedentemente, "La macchina che ha cambiato il mondo", nato dall'indagine americana degli anni '80. Questo libro mise in evidenza il divario tra la qualità e la produttività giapponese e le industrie dell'auto americane, inoltre da esso ebbe origine il termine "Lean Manufacturing" (o Produzione Snella), in quanto Toyota stava facendo di più con meno di tutto. Il Toyota Production System, infatti, si basa sull'ottimizzazione dei processi di produzione attraverso l'identificazione e l'eliminazione dei rifiuti e l'analisi della catena del valore, per ottenere finalmente un flusso stabile e costante di materiale, nella giusta quantità, con la qualità assicurata e al momento necessario. Derivate dagli studi sul sistema di produzione Toyota, le teorie della Produzione Snella hanno preso a diffondersi nel corso dei primi anni '90 presso aziende industriali di ogni settore negli Stati Uniti e in Europa, diventando un modello strategico di successo.



1.2 I CINQUE PRINCIPI BASILARI DELLA LEAN MANUFACTURING

La Lean Production, o meglio la Lean Manufacturing si fonda su cinque principi basilari spiegati tramite cinque domande:

1. *Che cosa giustifica l'esistenza di un'azienda?*
2. *Nell'ambito delle attività svolte da un'azienda e dalle sue persone, quali sono importanti e quali non lo sono?*
3. *Come devono essere correlate tra loro le attività importanti?*
4. *Come devono essere innescate le attività importanti?*
5. *Quando ci si può ritenere soddisfatti dei risultati ottenuti?*

Primo principio della Lean Production

Domanda: che cosa giustifica l'esistenza di un'azienda, o meglio chi è a giustificarla?

Ovvero, chi paga lo stipendio ai dipendenti e ai manager? Chi paga gli affitti, le attrezzature, i materiali? Chi permette l'esistenza di utili? La risposta è: il Cliente. Il cliente è l'unica entità che giustifica l'esistenza della nostra azienda in quanto percepisce un valore e gli attribuisce un riconoscimento economico. Pertanto, tutti i nostri sforzi devono essere indirizzati alla creazione di valore per il cliente, e non solo nelle attività primarie, cioè quelle della supply chain, che "consegnano" il prodotto e/o il servizio al cliente, ma anche nelle attività ausiliarie, cioè quelle che permettono lo svolgimento delle attività primarie. Il valore è quello percepito dal cliente e quindi è da lui definito ed è sempre riferito ad un momento, luogo ed un prezzo. Rappresenta ciò per il quale lui o lei è effettivamente disposto a pagare, quindi bisogna mirare a migliorare gli attributi del prodotto o del servizio che generano un valore percepito dal cliente. La grande differenza rispetto al passato è che il produttore non pensa a ciò che è più conveniente per la fabbrica ma deve capire e ascoltare il cliente. Ecco quindi il Primo principio della Lean Production:

IDENTIFICARE IL VALORE
PER IL CLIENTE

Secondo principio della Lean Production

Domanda: nell'ambito delle attività svolte da un'azienda e dalle sue persone, quali sono "importanti" e quali invece non lo sono?

Sono importanti tutte le attività che creano valore percepito dal cliente, le altre invece devono essere guardate con sospetto. Nella filosofia giapponese, le attività che non generano valore sono considerate "sprechi" e vanno combattute. Nella pratica, sappiamo bene che alcune attività senza valore aggiunto sono purtroppo ineliminabili in quanto necessarie al funzionamento dell'azienda, mentre altre sono eliminabili e generano un risparmio. È considerato spreco anche fornire il prodotto/servizio giusto, ma nel tempo o nel modo sbagliato. Pensiamo ad esempio a quanto un ritardo anche minimo nella consegna del prodotto o nell'erogazione di un servizio possa distruggere il valore percepito dal cliente. Una volta definito ciò che è prezioso per il cliente quindi, la seconda azione consiste nella mappatura del flusso del valore, che è costituito da tutte quelle attività interconnesse necessarie per trasformare le materie prime in prodotto finito. L'analisi del flusso di valore mostra tre diverse attività possibili: attività che aggiungono valore, attività che non aggiungono valore, ma necessarie e per tanto che devono essere mantenute e attività che non aggiungono valore ma generano scarti, e quindi devono essere eliminate. Questa seconda azione mira a comprendere, all'interno del processo, ciò che effettivamente aggiunge valore per il cliente, per ciò che è disposto a pagare per identificare il tempo di processo ed elimina tutte le attività che non aggiungono valore. La tecnica più efficace per identificare e mappare il flusso del valore è il Value Stream Mapping. Questo ultimo è un metodo qualitativo che descrive in dettaglio cosa si fa e presenta vantaggi considerevoli: visualizza il FLUSSO in cui si collocano le singole attività, vede la FONTE e gli SPRECHI e ha la capacità di dare una struttura ai progetti Lean. Ecco quindi il Secondo principio della Lean Production:

IDENTIFICARE IL FLUSSO DEL VALORE
E COMBATTERE LE ATTIVITA' CHE NON
GENERANO VALORE

Terzo principio della Lean Production

Domanda: come devono essere correlate tra loro le attività che creano valore?

La risposta è nel modo più fluido e contiguo possibile. Ovvero, le attività che creano valore devono svolgersi senza interruzioni, creando un vero e proprio “flusso continuo”. Sono nemici del flusso: le attese dovute alle code, ai lotti e alle scorte, le interruzioni dovute alla mancanza di informazioni e all’inefficienza dei fornitori, le riprese e le rilavorazioni, l’assenza di sincronismo tra le attività e la cattiva gestione. Quindi, una volta eliminate quelle attività che non creano valore, le attività rimanenti devono essere organizzate in un flusso: il processo deve essere eseguito senza ostacoli e interferenze. Il flusso ideale è quello che viene chiamato flusso a pezzo unico, anche se molte volte non è fattibile a causa delle impostazioni di set-up e la necessità di far scorrere più flussi di prodotti attraverso le singole macchine o celle. Tutto ciò che blocca il flusso è uno spreco, quindi deve essere identificato per essere rimosso; è necessario che il processo possa procedere senza vincoli. Inoltre, ogni pezzo deve seguire il takt-time, che è il tasso di produzione previsto per consegnare il prodotto al cliente o, in altre parole, il ritmo di produzione necessario per soddisfare la richiesta del cliente. È calcolato attraverso il rapporto tra il tempo totale disponibile per consegnare un prodotto e il volume del prodotto da consegnare. Ecco quindi il Terzo principio della Lean Production:

CREA IL FLUSSO DELLE ATTIVITA' CREATRICI DI VALORE, IN MODO CHE SCORRANO SENZA INTERRUZIONI.

Quarto principio della Lean Production

Domanda: come devono essere avviate le attività importanti?

Le attività a valore, pur dovendo scorrere senza interruzione, devono essere innescate dal cliente stesso, altrimenti si rischia di generare un costo senza generare valore, ricadendo nello spreco. Si pensi, ad esempio, allo spreco generato dal produrre beni di valore prima che il cliente lo chieda o in quantità superiore a quella richiesta. Il quarto principio è il più critico ed è collegato al modo in cui la produzione è organizzata e condotta. In effetti, il magazzino è uno dei principali scarti e questo deve essere eliminato.

Idealmente, un sistema dovrebbe produrre solo quando il cliente effettua l'ordine: la produzione deve essere trainata dall'effettiva domanda del mercato. Si parla cioè di produzione pull. La produzione pull è realizzata utilizzando Kanban e Just in time. Kanban è un semplice e visibile strumento che consente di ricostituire il componente richiesto, ovviamente chiamato dall'esterno richiesta. Just in Time significa che, al fine di garantire una produzione di pull fluente e realizzare il prodotto giusto, è necessario avere i pezzi giusti, nel posto giusto, al tempo giusto. Attraverso questi strumenti, gli ordini dei clienti possono essere rapidamente soddisfatti al momento e i componenti sono fabbricati da quelli standard o presi da un piccolo magazzino, cioè reintegrato successivamente nello stesso modo in cui vengono riempiti gli scaffali di un supermercato quando i clienti acquistano prodotti. Ovviamente, una produzione pull necessita di un alto grado di visibilità sul processo, al fine di essere reattivo quando è richiesto un prodotto; in altri termini, maggiore visibilità supporta di più produzione just-in-time efficace. Ecco quindi il Quarto principio della Lean Production:

BISOGNA FARE IN MODO CHE IL FLUSSO DEL VALORE SIA TIRATO DAL CLIENTE

Quinto principio della Lean Production

Domanda: quando ci si può ritenere soddisfatti dei risultati raggiunti?

La filosofia giapponese, in questo caso, è particolarmente rigida, e la risposta autentica sarebbe: “mai”. Interpretando con un po’ di buon senso, il concetto diventa: ci si può naturalmente ritenere soddisfatti dei risultati raggiunti quando questi sono positivi, ma attenzione a non “sedersi” mai sui risultati raggiunti. Lean focalizza la sua attenzione sull'obiettivo finale di perseguire una perfezione continua attraverso la cura delle operazioni quotidiane: l'attenzione deve essere posta sul viaggio quotidiano e non sulla destinazione. Essere migliori dei concorrenti non è abbastanza perché il principale obiettivo è quello di fornire valore ai clienti, raggiungendo zero rifiuti. Questa forte ambizione potrebbe essere interpretata con il termine Kaizen; è composto da due parole giapponesi: Kai, che significa cambiamento, e Zen, cioè la perfezione, che insieme sono tradotti in miglioramento continuo. Kaizen è più un atteggiamento rispetto a un semplice processo per ottenere miglioramenti.

In pratica, è l'atteggiamento di ciascun membro dell'organizzazione, che deve essere guidato dall'aspirazione di migliorare le prestazioni di tutti i giorni, attraverso un ciclo infinito verso la perfezione. A questo fine, deve essere stabilito un approccio collaborativo e partecipativo per coinvolgere attivamente ogni attore nel processo di miglioramento continuo. Il processo di miglioramento cioè l'individuazione e riduzione degli sprechi, il miglioramento del flusso e la focalizzazione sul valore per il cliente non deve avere mai fine, anche perché il riferimento primario cambia nel tempo e ci costringe ad adattarci quasi quotidianamente. Concludendo, la perfezione ideale è la completa eliminazione degli sprechi ed infine la perfezione è un concetto dinamico, in quanto il valore per il cliente si modifica nel tempo. Ecco allora, ed infine, il Quinto principio della Lean Production:

**INSEGUIRE LA PERFEZIONE ATTRAVERSO IL
MIGLIORAMENTO CONTINUO**

1.3 LO SPRECO

Come accennato in precedenza, in Lean Manufacturing ciascuna delle operazioni che non aggiungono valore può essere considerata all'interno di una delle categorie della seguente classificazione di spreco. Le tipologie di spreco sono:

1) *Sovrapproduzione*: La sovrapproduzione è il fenomeno che si verifica quando si produce troppo, o troppo presto, con conseguente accumulo di materiali e generazione di scorte intermedie. Tra le principali cause di sovrapproduzione possiamo identificare i processi non efficienti, programmazione non livellata, cattivo uso dell'automazione. Le misure che possono essere adottate per l'eliminazione degli sprechi associati alla sovrapproduzione passano attraverso la generazione di piccoli lotti di produzione, programmi di livellamento e la capacità di trasformare il nostro sistema produttivo in un sistema "pull", producendo la quantità necessaria al momento necessario.

2) *Processi e progettazione*: molto spesso la volontà di innovare porta a adottare processi o attività complesse e problematiche da utilizzare oppure che richiedano spese maggiori rispetto ad altre soluzioni. La scelta di utilizzare processi eccessivamente complicati o costosi per un dato prodotto rappresenta uno spreco.

Vengono generati quindi un prodotto o un servizio con più lavoro del necessario, per il quale il cliente non è disposto a pagare.

3) Trasporti: Gli scarti associati al trasporto consistono nel movimento non necessario di parti. Avere un sistema "no pull" è un indicatore di scarti di trasporto. L'utilizzo di più magazzini, la mancata applicazione della gestione visiva, l'utilizzo di lotti di grandi dimensioni e la sovrapproduzione sono le cause più comuni di questo tipo di scarti. Lo spreco può riguardare sia le movimentazioni interne che le supply chain complesse che vengono a stabilirsi con fornitori e stabilimenti dislocati nei luoghi più vari. Per contrastare questi scarti è possibile effettuare consegne più frequenti e più piccole, effettuare studi per ottimizzare il lay-out.

4) Tempi di attesa: L'attesa è un fenomeno che appare quando si aspetta che parti o macchine continuino con il processo di produzione. Ci sono più indicatori che ci mostrano la presenza di scarti in attesa: l'operatore che aspetta che i materiali arrivino, un operatore che aspetta una macchina per finire un lavoro o anche un operatore in attesa che altri operatori continuino.

5) Errori e rilavorazioni: Consiste nel produrre parti difettose o nel manipolare materiali in modo improprio. Comprende anche lo spreco nel dover rifare di nuovo il lavoro e la perdita di produttività associata a interruzioni nella continuità del processo. Influenzano la capacità del processo, aggiungono costi e compromettono la qualità del prodotto o del servizio finale. Le ispezioni alla ricezione del materiale e la presenza di aree di rilavorazione lungo la linea di produzione sono indicatori degli scarti di rilavorazione.

6) Movimenti: Sono le azioni di movimento dei componenti e degli operatori non necessarie per il funzionamento del sistema produttivo. Il movimento eccessivo è uno spreco. Qualsiasi spreco in questo aspetto comporta il consumo di tempo ed energia in modo inefficiente e ha un costo elevato. Un movimento è uno spreco se vi è un altro più breve, più semplice e/o meno costoso per eseguire la stessa operazione o per ottenere lo stesso risultato. Solo gli spostamenti indispensabili devono essere mantenuti, andando ad inserire le indicazioni nelle guide procedurali ed introducendo strumentazioni apposite per agevolare l'attività lavorativa.

7) *Giacenze*: Per giacenza ci si riferisce allo stock di prodotti finiti, semilavorati o materie prime accumulato dal sistema di produzione. È da considerare giacenza in eccesso sia i prodotti finiti per i quali non vi è una destinazione ad un ordine ben definito, sia le materie prime o semilavorati prodotti senza avere ordini concreti per i prodotti finiti. Queste scorte, bloccate in inventario, generano uno spreco sotto vari punti di vista: deperimento, deprezzamento, spreco del valore della merce e dei capitali investiti. Il problema forse più grave quando si vuole creare un sistema produttivo “Lean” è che l’eccesso di giacenze rende difficile individuare le altre problematiche in modo trasparente, ad esempio disequilibri nei processi produttivi, consegne tardive ecc. Tra le misure più efficaci per combattere questo tipo di scarti è quello di produrre in lotti più piccoli, passare ad un sistema produttivo di tipo pull e ad una programmazione livellata.



1.4 METODI UTILIZZATI

Gli strumenti sviluppati dalla filosofia Lean sono molteplici, in questo capitolo si analizzeranno: il Just in time, il Kanban, Poka- Yoke, 5S, TPM, Takt Time.

JUST IN TIME

Il Just in Time passò da essere un sistema interno per la gestione delle operazioni in Toyota, all'essere adottato da moltissime imprese per la gestione delle consegne. In seguito, indipendentemente dalle dimensioni o dal business, è diventata la scelta strategica fondamentale nel caso si vogliano ridurre o eliminare le scorte a magazzino, strategia diffusa ormai a livello mondiale. Il principio fondamentale è quello di produrre (nel caso dei produttori), o consegnare (nel caso dei fornitori) strettamente il necessario: se questo viene rispettato per tutte le operazioni lungo la catena di produzione, allora si riuscirà a produrre quanto richiesto, nel momento richiesto, e anche nel posto richiesto. Ovviamente per poter operare con il Just in time il sistema produttivo deve essere compatibile con produzione e forniture in pull, rispettando quantità e tempi stabiliti. Il Just in time richiede dei requisiti ben determinati per poter essere implementato: livellamento della produzione, standardizzazione del lavoro, riduzione dei tempi di setup, oculata progettazione del layout di stabilimento e la gestione della qualità. Particolare attenzione bisogna porre su quest'ultimo aspetto. Infatti, risulta essenziale un tempestivo rilevamento di pezzi difettosi a monte, passando alla stazione successiva solo elementi fino a quel punto correttamente lavorati. Evoluzione del JIT è la modalità di operare secondo il Just in Sequence. In questo caso, il fornitore non solo assicura che i moduli necessari siano consegnati in tempo nella quantità necessaria, ma anche che la sequenza dei moduli necessari sia corretta. La sequenza deve essere chiaramente stabilita in un primo momento, conoscendo l'ordine in cui i componenti saranno utilizzati. Questo rende il compito più facile all'operatore, il quale non deve scegliere tra diverse parti, ma sceglie semplicemente la parte successiva nella coda di fornitura per l'assemblaggio. Nel complesso, il Just in Sequence riduce il tempo necessario per riorganizzare e coordinare il materiale.

KANBAN

PN-126-720			
	Colore	Descrizione	Identificativo
	PN-126-720	Supporto inferiore dx	QHLPJBK2
	Fornitore		Linea
	F023 - ACME Stamping		R003 - Supermarket Assemblaggio
Consiglieri	Utensili	Quantità	
Cassaletta 600x400	M-07-B	40 PZ	

Kanban è un termine giapponese che viene tradotto come “etichetta di istruzioni”. Fisicamente è una carta o un cartoncino che contiene tutte le informazioni richieste per essere prodotto in ogni fase del suo processo di produzione. È una tecnica in cui le istruzioni di lavoro sono date dai Kanban, alle diverse aree di produzione. Le istruzioni sono costanti (in intervalli di tempo variati) e passano da un processo all'altro, inoltre sono in funzione dei requisiti del cliente, cioè è prodotta solo per il cliente e non per l'inventario. Consiste nel fatto che ogni processo produce solo ciò che è necessario, prendendo il materiale richiesto dall'operazione precedente. Un ordine è soddisfatto solo dalla necessità della stazione di lavoro successiva e il materiale non viene elaborato inutilmente. La sua applicazione porta ad un abbattimento delle occasioni di spreco ma, per essere utilizzabile, deve essere introdotto in associazione ad altre iniziative come livellamento della produzione, standardizzazione del lavoro, progettazione accorta del layout dei macchinari, riduzione dei tempi di setup etc. Il Kanban viene utilizzato sia all'interno dello stabilimento che nelle compagnie esterne che operano come fornitori. Le informazioni sono quindi trasferite in un flusso a ritroso al fine di avere una produzione secondo il reale bisogno e consegne JIT. I maggiori vantaggi di un sistema Kanban sono: eliminazione della sovrapproduzione e limitazione delle scorte; maggiore disponibilità di materiali; tempi di consegna più brevi e maggiore affidabilità di consegna; tempi ciclo più veloci in produzione; una riduzione dei tempi di pianificazione e controllo; e quindi una maggiore produttività nelle aree di acquisto, approvvigionamento, pianificazione e controllo; aumento della rotazione delle scorte; minori spazi di magazzino.

POKA-YOKE

Il termine Poka- Yoke è giapponese e Poka significa “errore involontario”, Yoke deriva dal verbo Yokeru, ovvero “evitare”. Il concetto è stato introdotto nel 1950 da Shigeo Shingo ed ha come scopo quello di raggiungere zero difetti ed eliminare le ispezioni di controllo qualità. Il Poka- Yoke ha come linea guida quella di non accettare la produzione di nessun pezzo difettoso.

Ovvero, L’errore può evolvere in difetto. La tecnica Poka Yoke agisce sull’eliminazione dell’errore alla fonte o, dove non è possibile, al suo massimo contenimento. Questo permette alle persone di liberare energie per produrre valore e per pensare a come migliorare.

Ma cosa origina i difetti?

I fattori culturali, la varianza dei processi, la complessità del lavoro, la natura fallace dell’uomo. Ognuno di questi fattori può essere in qualche modo corretto: per contrastare i difetti che derivano dai fattori culturali si possono utilizzare metodologie che supportano il lavoro di gruppo, l’impegno del management e l’allontanamento della paura, per ridurre la varianza dei processi possiamo utilizzare il controllo statistico ed infine, per evitare che gli errori umani si ripercuotano sulla qualità dei prodotti si può usare uno strumento proprio come il Poka-Yoke. Infatti, La metodologia di Shigeo Shingo si basa sul principio che gli errori si possono evitare e sulla costruzione di dispositivi che segnalino subito questi errori ogni volta che si verificano. Questo strumento serve, quindi, per prevenire l’errore, evidenziare l’errore in modo che già l’operatore possa correggerlo immediatamente e arrestare subito il processo in modo che non vengano generati altri errori. Gli step per applicare il Poka-yoke sono:

- i) identificare l’operazione o il processo sul quale vogliamo concentrarci;
- ii) usare lo strumento dei “5 perché” per cercare di capire come si verifica l’errore;
- iii) scegliere il meccanismo Poka-Yoke giusto per evitare che si verifichi il problema o per evidenziarlo una volta che è stato generato.

Questo strumento dovrà essere semplice da utilizzare, comprensibile da parte di tutti gli operatori, non troppo costoso da implementare.

5S

Quando si scrive 5S, si fa riferimento ad una procedura che consiste in 5 passaggi espressi in 5 termini Giapponesi:

1) Seiri – Separare: è la capacità di individuare ciò che è necessario nel lavoro quotidiano, ciò che serve ogni tanto, e ciò che non servirà mai o mai più.

2) Seiton – Riordinare: individuato ciò che è importante nello svolgimento del lavoro giornaliero ed eliminato ciò che non serve, occorre sistemare in modo funzionale ciò che abbiamo conservato. Diventa importante ottimizzare l'uso dello spazio, definire in modo appropriato e facile la collocazione degli oggetti ed utilizzare al meglio le attrezzature fornite dall'azienda. La codifica degli oggetti e dell'area di lavoro consente una rapida lettura dello spazio ed una diminuzione significativa dei tempi di ricerca.

3) Seiso – Pulire a fondo: le aziende sono mediamente sporche e nella maggior parte dei casi lo sporco non è il tanto frutto di cause particolari quanto il risultato della disattenzione e della trascuratezza. Occorre comprendere che la pulizia di un ambiente di lavoro non ha un puro scopo formale ma ha una origine tutta diversa: è il modo più concreto per verificare, ispezionare, revisionare gli strumenti che l'azienda fornisce, che affida ai propri lavoratori e che si aspetta siano usati al meglio.

4) Seiketsu – Sistematizzare il lavoro operativo: le prime 3S rappresentano i passi operativi, quelli che meglio si comprendono e che si realizzano. Ma fare ordine e pulizia la prima volta non vuol dire avere implementato le 5S: occorre completare il percorso. Le restanti 2S hanno proprio questo scopo: far diventare le 5S un nuovo modo di lavorare. Come è possibile? Rispettare le regole, controllare che tutti si attengano ad esse, fare emergere i casi di disordine, ristabilire le regole dove non rispettate sono il lavoro incessante richiesto agli enti preposti.

5) Shitsuke – Standardizzare: Il problema non è avere subito una fabbrica perfetta, ma una fabbrica capace di sostenere il cambiamento e le nuove regole che si è data. Questa è la sfida, e allora chi ha più capacità raggiungerà un livello ottimale più velocemente.

La metodologia appena descritta elabora molti benefici: miglioramento dei metodi di lavoro, maggior sicurezza e spazi da utilizzare, significativi incrementi di efficienza, maggiore qualità, risparmio di risorse, denaro ed energia.

TPM: Total Productive Maintenance

Il TPM si traduce con “Manutenzione Produttiva Totale”: è un approccio alla manutenzione che ha come scopo quello di ridurre al minimo le fermate degli impianti ed altre problematiche che possono incidere sull’efficienza ed efficacia dei processi di produzione e/o realizzazione del servizio. A tale scopo il TPM coinvolge la totalità degli operatori, dei manutentori e dei supervisori, nonché il management stesso. Per Manutenzione si intende l’attività finalizzata al mantenimento dell’efficienza degli impianti nel tempo; per Produttiva che persegue l’obiettivo di migliorare la produttività degli impianti e per Totale si intende attraverso il coinvolgimento attivo di tutto il personale. L'applicazione del TPM all'interno dell'organizzazione avviene attraverso 5 passi fondamentali:

- i) Introduzione di attività di miglioramento per aumentare l'efficienza degli impianti, attrezzature;
- ii) Attuazione di un sistema di gestione autonomo (comunque collegato con gli obiettivi dell'organizzazione), della manutenzione a cura di operatori addestrati e resi consapevoli;
- iii) Attuazione di un sistema di manutenzione programmata con raccolta dati sull'affidabilità dei componenti (manutenzione predittiva); continuo aggiornamento della programmazione degli interventi in base ai dati raccolti;
- iv) Attuazione di un sistema di progettazione e sviluppo delle attrezzature, parti di impianto che richiedano meno manutenzione e più rapida.
- v) Continuo addestramento degli operatori su TPM e gestione e divulgazione dei risultati ottenuti.

Il TPM mira ad ottenere tempi di consegna brevi per fornire prodotti di alta qualità, a basso costo, “snellendo” i processi attraverso l’eliminazione di ogni spreco che non aggiunge valore nei vari flussi aziendali. Ha come vantaggi:

- i) introduce una metodologia di manutenzione diffusa in tutta l'organizzazione basata sulla manutenzione preventiva
- ii) manutenzione basata su dati statistici, promuovendola basandosi su team autonomi
- iii) richiede la partecipazione della progettazione e sviluppo, della produzione e manutenzione;
- iv) coinvolge il management e gli operatori;

TAKT TIME

"Takt" è il termine tedesco per indicare la bacchetta che il direttore d'orchestra utilizza per battere il ritmo. All'interno dell'azienda il Takt Time è la velocità alla quale le parti devono essere prodotte per soddisfare la domanda, è il battito del cuore di ogni Lean system. La formula per il calcolo è la seguente:

TAKT TIME	Tempo Totale Disponibile/Giorno
	Richiesta Cliente/Giorno

Per calcolare il takt time occorre dunque definire l'orizzonte temporale per il quale si vuole calcolare tale takt time, il volume di vendita previsto nel periodo precedentemente stabilito e il tempo lavorativo a disposizione, al netto delle pause programmate. Il Takt Time non è da confondere con il Cycle Time (Il Tempo Ciclo Manuale Totale), che è il tempo lavorativo manuale necessario al completamento del processo analizzato. Da questi dati si può calcolare il numero di operatori con il seguente rapporto:

NUMERO DI OPERATORI	Tempo Ciclo Manuale Totale
	Takt Time

Procedura da seguire:

- i) Verificare che ogni macchinario abbia un tempo ciclo inferiore al ritmo di produzione così calcolato; se così non fosse occorrerà effettuare un'analisi di dettaglio per eliminare gli sprechi in ottica Lean.
- ii) Successivamente stabilire il Takt time per la cella.
- iii) Determinare la dotazione ottimale di personale per la cella utilizzando il calcolo del tempo di ciclo manuale totale.
- iv) Verificare i risultati per garantire stabilità di processo
- v) Mantenere i traguardi raggiunti mediante la standardizzazione

1.5 I VANTAGGI

Per rimanere competitivi e creare valore per il cliente, molte aziende del segmento industriale (o di servizio) decidono di adottare la metodologia Lean. Questo aumento di competitività deriva da una serie di benefici che l'azienda inizia a sperimentare internamente a diversi livelli gerarchici.

Di seguito sono riportati alcuni dei benefici ottenuti:

- 1) Aumento della produttività
- 2) Aumento della qualità
- 3) Aumento dei profitti
- 4) Aumento del fatturato
- 5) Aumentare il valore dell'azienda
- 6) Riduzione dell'inventario
- 7) Riduzione dei tempi di consegna e dei costi di produzione

1.6 ESEMPIO ITALIANO DI LEAN PRODUCTION: LA LAMBORGHINI

Il mercato attuale richiede continui aggiustamenti a logiche sempre più pretenziose in ambito qualità, dal punto di vista dell'efficienza dei processi produttivi e dell'affidabilità del prodotto. Parliamo ora di una realtà italiana che ha creduto nei principi e metodi della filosofia Lean e attraverso questo sistema, ai tempi forse un po' visionario, ha scalato i mercati e si è posizionata tra le posizioni più prestigiose con un prodotto eccellente. Automobili Lamborghini, un'impresa nata nel 1963 a Sant'Agata Bolognese per mano di Ferruccio Lamborghini, emerse sul mercato nel campo della produzione di macchine agricole. L'azienda è nata come contesto familiare, caratterizzato da una leadership ritagliata sulla figura dello stesso fondatore e proprietario, che improntava il rapporto con i suoi dipendenti sulla base di valori come rispetto e amicizia. Questo è un principio che ancora nel presente viene applicato con efficienza dalla filosofia del Toyotismo.

Dal 1998 in mano al gruppo automobilistico tedesco Volkswagen, la Lamborghini ha comunque mantenuto lo stile e l'impostazione italiani, ma ha subito nel corso degli anni profonde revisioni dei processi con l'obiettivo di allinearsi agli standard qualitativi tedeschi in modo da conseguire una standardizzazione tale da mantenere un forte vantaggio competitivo. Automobili Lamborghini realizza un prodotto complesso, di nicchia, con caratteristiche che la distinguono fortemente dalla produzione su larga scala. L'impiego di tempo e risorse deve quindi essere mirato a incrementare il valore finale del prodotto. È per questo che il sistema della Lean Production risulta perfetto per le esigenze di produzione della casa automobilistica. L'obiettivo di Lamborghini, come ho affermato poco fa, è l'ottimizzazione di tempo e risorse che si persegue individuando tutto ciò che aggiunge valore al prodotto finale ed eliminando di conseguenza ciò che non lo fa, gli sprechi appunto. La filosofia Lean col tempo è diventata parte integrante dell'azienda e oggi si parla addirittura di "*Lamborghini Production System*" (LPS).

Il LPS assicura un elevato grado di efficienza e competitività e porta vantaggi sia all'azienda che ai dipendenti, per i quali migliora le condizioni di lavoro, i luoghi, conferisce motivazione e forza grazie al coinvolgimento attivo nel processo di miglioramento, riduce lo stress fisico e mentale grazie a una maggiore organizzazione e all'adozione di regole precise e chiare.

L'obiettivo che Automobili Lamborghini ha fissato per aumentare la produttività, la qualità del prodotto e migliorare i tempi è ambizioso e si raggiunge con l'introduzione di metodi e strumenti adeguati a gettare le basi di un sistema di produzione organizzato e orientato al miglioramento e alla creazione di valore aggiunto. Alla base del sistema di produzione di Lamborghini ci sono una precisa organizzazione del lavoro e una forte attenzione alla sicurezza e all'ambiente. La standardizzazione del processo produttivo garantisce la qualità e il miglioramento continuo che si deve perseguire seguendo la filosofia Lean. Inoltre, attraverso un'attenta analisi per l'eliminazione degli sprechi la casa automobilistica abolisce le perdite causa di maggiori costi di produzione. Gli strumenti propri della filosofia Lean utilizzati in Lamborghini sono:

1- *Il Takt Time*: è la velocità alla quale deve avvenire la produzione delle varie parti del prodotto finale, per rispettare i tempi della domanda. Anche definito "battito cardiaco" dell'azienda, si calcola dividendo il tempo disponibile in un giorno per il numero di unità da produrre al giorno richiesto dalla domanda. Grazie a questo metodo si riducono i tempi di attraversamento, si evitano interferenze e si evidenziano più facilmente gli sprechi. Lavorare in Takt Time è la premessa per un aumento della qualità del prodotto finale e della produttività.

2- *Il Poka-Yoke*: è uno strumento utile per la prevenzione e per la facile individuazione degli errori. Si focalizza sul perseguimento della qualità alla fonte, cercando di trovare gli errori il più vicino possibile all'origine del problema. Il Poka-Yoke è implementato attraverso la realizzazione di dispositivi semplici da utilizzare creati per catturare gli errori prima che diventino difetti di prodotto e posti lungo tutto il processo per facilitare anche l'operatore nello svolgere il proprio compito il più correttamente possibile.

3- *Il Kanban*: Per garantire un flusso continuo è fondamentale considerare anche la movimentazione dei vari componenti in modo che siano pronti e locati nel posto giusto al momento del bisogno. Il Kanban è la base per l'implementazione del sistema di produzione pull e viene utilizzato per il rifornimento dei materiali a scaffale. Gli scaffali devono essere comunque posizionati in prossimità della linea di produzione per permettere un vero "Just In Time" e la riduzione di tempi e costi di trasporto.

4- *Il lavoro in team*: Deve basarsi necessariamente su una forte Leadership e su una comunicazione chiara ed efficace. Queste necessità fanno del lavoro di gruppo uno degli standard della filosofia Lean, basato sul contributo del singolo individuo allo sviluppo di un progetto gestito in collaborazione con altri dipendenti. Il lavoro in team ha il vantaggio di poter sfruttare sia le differenze che le sinergie derivanti dall'interazione della creatività e della conoscenza dei singoli partecipanti. In conclusione, la dinamicità e l'efficienza del LPS derivano sia dall'applicazione pratica dei principi teorici della Lean Production, che dalla coesione dei gruppi di lavoro e dal coinvolgimento del personale, l'essenza di ogni realtà lavorativa.

PRODUZIONE SNELLA	PRODUZIONE DI MASSA
Produrre in base agli ordini ricevuti	Produrre e provare a vendere
Economie fatte in base alla velocità dei processi	Economie di scala
Efficienza	Efficacia
Produzione "pull"	Produzione "push"
Lotti piccoli	Lotti grandi
Attrezzaggi rapidi	Scarsa attenzione al tempo impiegato per l'attrezzaggio dei macchinari
Celle produttive autosufficienti	Linee di produzione
Macchinari dimensionati alla produzione	Macchinari grandi e ingombranti adatti alle grandi produzioni
Velocità di risposta	Lentezza nel cambiamento
Capacità di adattarsi	Azienda rigida, inflessibile
Conoscenza generalizzata	Conoscenza specifica

2. INDUSTRY 4.0

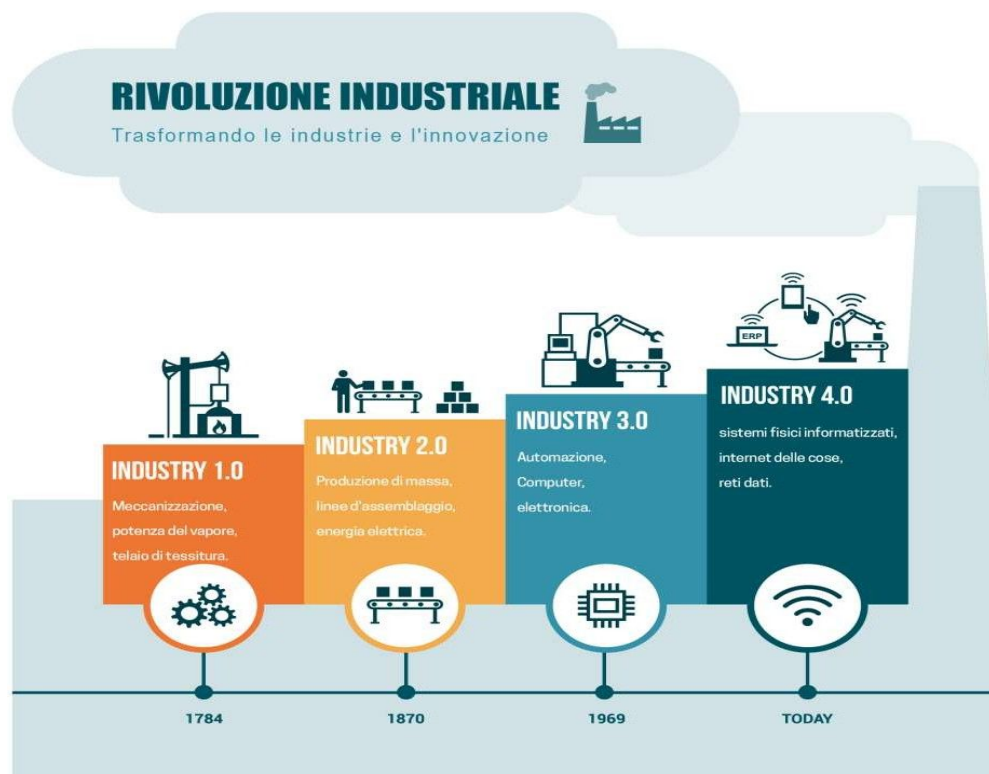
Il termine Industria 4.0 o Industry 4.0, indica una tendenza dell'automazione industriale che integra alcune nuove tecnologie produttive per migliorare le condizioni di lavoro, creare nuovi modelli di business e aumentare la produttività e la qualità produttiva degli impianti. Si parla di binomio tra l'uomo e la macchina, diretto verso un unico obiettivo: il miglioramento continuo dell'azienda in tutti i suoi campi.

Ma cos'è esattamente l'industria 4.0? È un processo che scaturisce dalla quarta rivoluzione industriale e che sta portando alla produzione industriale del tutto automatizzata e interconnessa. Le nuove tecnologie digitali avranno un impatto profondo nell'ambito di quattro direttrici di sviluppo: la prima riguarda l'utilizzo dei dati, la potenza di calcolo e la connettività, e si declina in big data, open data, Internet of Things, machine-to-machine e cloud computing per la centralizzazione delle informazioni e la loro conservazione. La seconda è quella degli analytics: una volta raccolti i dati, bisogna ricavarne valore. La terza direttrice di sviluppo è l'interazione tra uomo e macchina, che coinvolge le interfacce "touch", sempre più diffuse, e la realtà aumentata. Infine, c'è tutto il settore che si occupa del passaggio dal digitale al "reale" e che comprende la manifattura additiva, la stampa 3D, la robotica, le comunicazioni, le interazioni machine-to-machine e le nuove tecnologie per immagazzinare e utilizzare l'energia in modo mirato, razionalizzando i costi e ottimizzando le prestazioni.



2.1. STORIA E ORIGINI DELL'INDUSTRY 4.0

Finora le rivoluzioni industriali del mondo occidentale sono state tre: nel 1784 con la nascita della macchina a vapore e di conseguenza con lo sfruttamento della potenza di acqua e vapore per meccanizzare la produzione; nel 1870 con il via alla produzione di massa attraverso l'uso sempre più diffuso dell'elettricità, l'avvento del motore a scoppio e l'aumento dell'utilizzo del petrolio come nuova fonte energetica; nel 1970 con la nascita dell'informatica, dalla quale è scaturita l'era digitale destinata ad incrementare i livelli di automazione avvalendosi di sistemi elettronici e dell'IT (Information Technology); ed infine la quarta rivoluzione industriale, denominata anche Industry 4.0, la cui datazione ufficiale si può far risalire fra il 2011 e il 2013.



L'espressione Industry 4.0 è stata usata per la prima volta alla Fiera di Hannover nel 2011 in Germania. Ad ottobre 2012 un gruppo di lavoro dedicato all'Industria 4.0, presieduto da Siegfried Dais, presentò al governo federale tedesco una serie di raccomandazioni per la sua implementazione. L'8 aprile 2013, all'annuale Fiera di Hannover, fu diffuso il report finale del gruppo di lavoro. Inizialmente è stato definito come digitalizzazione e automazione delle catene di approvvigionamento, attraverso maggiori livelli di interconnettività e sistemi di produzione e di comunicazione più intelligenti tra persone, macchine e attrezzature.

Ha simboleggiato l'avvento della quarta rivoluzione industriale, in cui l'uso di varie innovazioni tecnologiche avrebbero contribuito a creare modelli industriali ed economici all'avanguardia. I fattori che creano valore non sono più i volumi, le economie di scala o il costo del lavoro, ma la personalizzazione di prodotti e servizi e la riduzione del capitale impiegato in termini economici. Oggi, Industry 4.0 rende possibile raccogliere e analizzare le informazioni tra le macchine, fornire risposte più veloci e più flessibili, ma anche avere processi più efficienti in grado di produrre componenti di alta qualità ad un costo inferiore. Tutti questi elementi porteranno di conseguenza a un aumento di produttività e crescita industriale, e quindi la modifica del profilo della forza lavoro. È caratterizzata da " Smart Manufacturing", che segna il passaggio dagli oggetti ai sistemi intelligenti. Vediamo di seguito in cosa consiste.

2.2. SMART FACTORY

La fabbrica intelligente (Smart Factory) rappresenta oggi un passo in avanti in ottica Fabbrica 4.0, ovvero dall'automazione più tradizionale a un sistema completamente connesso e flessibile, in grado di apprendere e adattarsi alle nuove esigenze. Sempre più spesso si sente parlare di Fabbrica 4.0, Industria 4.0, Smart Manufacturing e quarta rivoluzione industriale. Si tratta di termini entrati prepotentemente nel vocabolario delle Cloud Industry 4.0 più digitali e innovative, ma cosa c'è di nuovo? La vera novità è l'innescarsi di una nuova creatività basata sul connubio human – tech che può dare grandi soddisfazioni alle imprese, cambiando i paradigmi dei modelli di business.

Cosa significa essere un'impresa Smart Production?

Parlare di Smart Industry o Smart Factory vuol dire andare oltre i confini della produzione e del significato stesso di fabbrica. Infatti, oggi ci troviamo di fronte ad una realtà che ha superato la definizione di stabilimento produttivo per includere l'intero ecosistema della Value Chain costituito da dipendenti, processi, macchine, dati e clienti. La fabbrica intelligente rappresenta oggi un passo in avanti in ottica Industry 4.0, ovvero dall'automazione più tradizionale a un sistema completamente connesso e flessibile, in grado di apprendere e adattarsi alle nuove esigenze. Oggi sempre più la competizione a valore si gioca sulla velocità di esecuzione e sulla qualità. Gruppi di esperti e analisti del mercato, come Boston Consulting o McKinsey, hanno segnalato tre livelli di ripartizione nell'epoca dell'industria 4.0.

Si parte con la **Smart Production**, che implica un insieme di nuove tecnologie produttive che creano interazione tra tutti gli asset legati alla produzione. In questo modo si favorisce la collaborazione tra uomini, macchine e sistemi. Si passa quindi al secondo livello, gli **Smart Services**, che indicano una gestione di nuova generazione delle infrastrutture informatiche e tecniche, pensata per aiutare a controllare e presidiare i sistemi, sfruttando logiche di massima integrazione tra tutti gli attori, clienti inclusi. Si approda infine alla **Smart Energy**, il livello dei nuovi sistemi di alimentazione energetica, che pone particolare attenzione al monitoraggio dei consumi. Queste accortezze rendono le infrastrutture più performanti, economiche ed ecologiche. Un aspetto che ha anche un ritorno d'immagine per le aziende. Lo scopo è quello di diminuire la dipendenza dall'interazione umana per quanto riguarda le operazioni, ma migliorare la qualità dell'interazione umana. Gli esseri umani non dovrebbero "perdere tempo" per supervisionare e monitorare i normali processi, ma dovrebbero essere prontamente disponibili ogni volta che si presenta un'anomalia che la macchina non può riparare da sola. L'interazione umana sarà principalmente presente nel processo decisionale critico, nella manutenzione e riparazione, in quanto è necessario interpretare rapidamente i dati e prendere decisioni rapide per risparmiare tempo e denaro.

Quali sfide? In *primis*, sarà necessario rivedere i modelli di business correnti, adattandoli ai nuovi sistemi di lavorazione. L'azienda dovrà soprattutto avere il coraggio di ristrutturarsi, individuando nuove strategie. Cambiare non significa solo acquistare delle nuove macchine. Molto importante sarà capire, infatti, dove applicare la tecnologia, capendo punti di forza e di debolezza. Non potrà essere un processo repentino ma dovrà essere graduale. Dovranno essere fatti degli investimenti sul personale, che dovrà essere riqualificato. L'impresa dovrà assumere nuove figure, che abbiano le competenze necessarie richieste dalla trasformazione digitale.

Infine, quali sono i benefici più importanti che si riscontrano in questo contesto?

I più importanti si rifletteranno sulla produttività: Riduzione dei costi di tracciamento della movimentazione, riduzione degli errori, adeguamento ai requisiti di rintracciabilità di produzione e logistica.

2.3 I PILASTRI DELL'INDUSTRY 4.0

L'industria 4.0 si basa su nove tecnologie che insieme operano per lo stesso obiettivo, che si rifletterà soprattutto sulla produttività:

1) *Advanced Manufacturing Solutions*: L'Advanced Manufacturing Solution indica l'adozione di sistemi avanzati di produzione, interconnessi e modulari che permettono flessibilità e performance. L'applicazione di tali sistemi, rapidamente programmabili, permette l'evoluzione delle macchine verso una maggiore autonomia, flessibilità e collaborazione, sia tra loro sia con gli esseri umani, dando vita a robot con aumentate capacità cognitive. La sua adozione permette, nel settore industriale una maggiore efficienza produttiva attraverso una riduzione degli errori, dei tempi e dei costi e un miglioramento della produttività e sicurezza dei lavoratori oltre che dei processi.

2) *Additive Manufacturing*: L' Additive Manufacturing è il nome utilizzato per descrivere le tecnologie che permettono la produzione di oggetti fisici tridimensionali, potenzialmente di qualsiasi forma e personalizzabili senza sprechi, a partire da un modello digitale. Con industria 4.0, l'applicazione di tecnologie additive-manufacturing, come ad esempio la stampante 3D, saranno ampiamente utilizzate per produrre piccoli lotti di prodotti personalizzati, anche in siti produttivi distanti e differenti, permettendo, quindi, l'ottimizzazione dei costi in tutta la catena logistica e del processo distributivo.

3) *Augmented Reality*: Per realtà aumentata si intende l'arricchimento della percezione sensoriale umana mediante informazioni, che non sarebbero percepibili con i cinque sensi, generate tramite input sensoriali come suoni, video o dati GPS. L'adozione di tale tecnologia, consente un impiego della tecnologia digitale per aggiungere dati e informazioni, in tempo reale, alla visione della realtà e agevolare, ad esempio, la selezione di prodotti e parti di ricambio, o più in generale qualsiasi decisione relativa al processo produttivo migliorando quindi le procedure di lavoro.

4) *Big data*: Attualmente le imprese stanno perdendo fino al 99% dei loro dati, essendo in grado di analizzare solamente l'1% di questi (McKinsey,2015). La digitalizzazione dei processi genera un gigantesco flusso di dati non gestibili dai database tradizionali. Con Big data si fa riferimento alle nuove tecnologie informatiche e di comunicazione in grado di processare e gestire, a basso costo, enormi quantità di dati, strutturati e non, raccolti ed analizzati con strumenti che li trasformano in informazioni correlate e facilmente interpretabili.

Proprio la capacità di gestire tutte queste informazioni permetterà analisi real-time e predittive dei dati in modo da ottenere sia processi decisionali e produttivi su produzioni e consumi più veloci, flessibili ed efficienti; sia lo sviluppo di sistemi produttivi on-demand con capacità di risposte personalizzate e immediate al consumatore.

5)*Cyber-security*: La maggiore connettività implicata dal ventaglio innovativo di Industry 4.0, il bisogno di proteggere i sistemi industriali e le linee produttive da attacchi informatici è cresciuto in maniera esponenziale. Con il termine cyber-security si indicano tecnologie, processi, prodotti e standard necessari per proteggere collegamenti, dispositivi e dati, da accessi non autorizzati, garantendone la necessaria privacy e sicurezza durante le operazioni in rete e su sistemi aperti. I dati mostrano che, attacchi e le minacce informatiche continuano a colpire un gran numero di aziende manifatturiere, per contro quest'ultime, stanno mostrando una crescente attenzione al tema della sicurezza, investendo in tecnologie e team interni dedicati alla cyber-security.

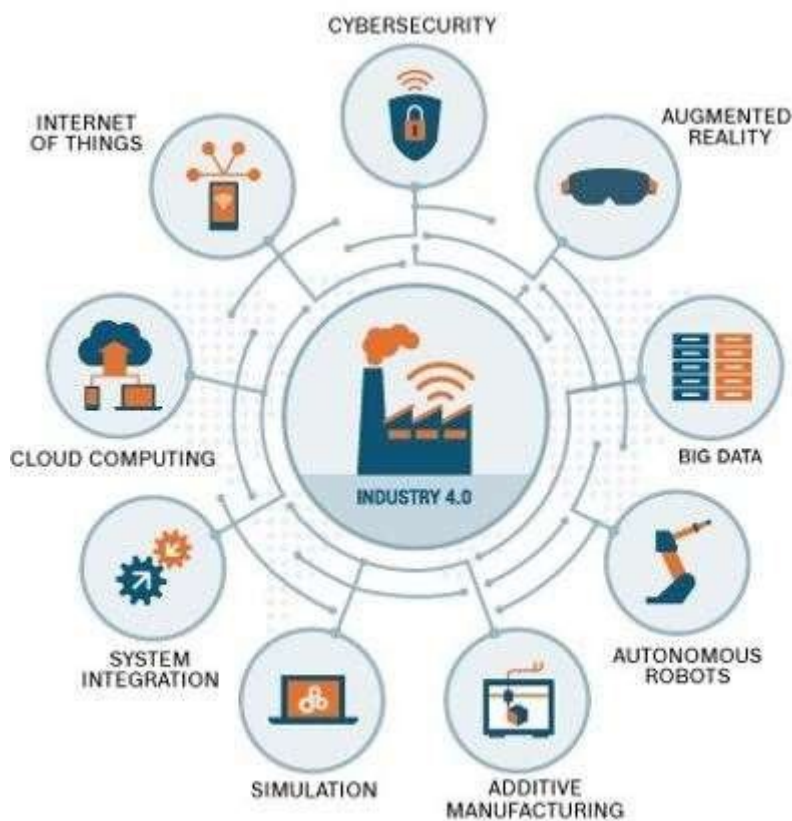
6) *Horizontal/Vertical Integration*: L'adozione di tecnologie interconnesse, in grado di analizzare big data e creare sistemi aperti di condivisione dati ed informazioni in tempo reale, permetterà la digitalizzazione e l'integrazione lungo la value-chain, al fine di creare efficienti catene automatizzate in grado di ridurre costi di inventario e tempi attraverso un miglior coordinamento delle attività. Integrazione, che avverrà sia orizzontalmente, attraverso l'intera organizzazione, dallo sviluppo del prodotto all'acquisto, passando dalla produzione, logistica e servizi; che verticalmente, coinvolgendo tutti i partner chiave della catena del valore, dai fornitori, alle aziende, fino ai consumatori.

7)*Il cloud computing*: Il cloud computing è un termine generale per la fornitura di servizi di hosting su Internet. Il cloud computing consente alle aziende di utilizzare risorse e servizi informatici su internet piuttosto che dover costruire e mantenere infrastrutture in sede.

8)*Industrial internet*: L'innovazione che porta con sé l'industrial internet, comunemente conosciuto anche come Internet of Things (IoT), consiste nell'introdurre una nuova forma di interazione, non più limitata alle persone, ma tra persone e oggetti, denotata anche come Man-Machine Interaction (MMI), e pure tra oggetti e oggetti, Machine to Machine (M2M). L'IoT rappresenta la prima vera evoluzione di Internet e la sua applicazione, permette di creare una rete di oggetti fisici che dispongono intrinsecamente della tecnologia necessaria per rilevare e trasmettere, attraverso internet, informazioni sul proprio stato o sull'ambiente esterno.

L'industria internet è composta da un ecosistema che include gli oggetti, gli apparati e i sensori necessari per garantire le comunicazioni, le applicazioni e i sistemi per l'analisi dei dati. Attraverso il suo utilizzo, la supply-chain si accorcia e si sincronizza migliorando il time to market e la capacità di rispondere alla variabile domanda dei consumatori, consentendo la produzione in scala anche per piccolissimi lotti. I campi della sua applicabilità sono vari e molteplici, dalle applicazioni industriali, alla logistica fino all'assistenza remota e alla tutela ambientale.

9) *Simulation*: L'adozione di tecnologie e macchine interconnesse darà la possibilità di attuare simulazione efficaci sulle diverse linee di produzione in modo da ottimizzare i processi industriali. Queste simulazioni faranno leva sull'utilizzo di dati in tempo reale, che permetterà agli operatori di testare ed ottimizzare il setting dei macchinari del processo produttivo nel mondo virtuale, prima che in quello fisico. In tal modo sarà possibile attuare correzioni nel processo produttivo di un determinato prodotto senza affrontare gli ingenti costi, ridurre il tempo di set-up della macchine ed incrementare la qualità dei processi industriali nonché dei prodotti realizzati.



2.4. PROBLEMA DELL'INDUSTRIA 4.0: SICUREZZA INFORMATICA

Il problema principale è che, almeno durante la sua fase di iniziale sviluppo, l'Industria 4.0 non potrà fare a meno dell'utilizzo massiccio degli oggetti intelligenti e connessi. Per questo motivo per le imprese, specie quelle medio piccole, diventa fondamentale capire come proteggere i propri sistemi e i propri dati. Quando si parla di cyber-security, non bisogna però pensare solo ad attacchi informatici da parte di hacker che vogliono deliberatamente arrecare danni ad un'azienda o ente. Infatti, diverse violazioni possono essere commesse sia da fornitori che da dipendenti aventi accesso a dati sensibili. Spesso vi è noncuranza o negligenza nella gestione dei dati con cui si lavora, esponendo così l'azienda a possibili intrusioni o perdita dei dati. Per contrastare questi problemi bisogna quindi agire da un lato verso la sensibilizzazione dei dipendenti, che devono essere ben consapevoli della natura, importanza e riservatezza dei dati che usano (nonché sapere dove i dati vengono memorizzati) e devono avere una minima conoscenza di software o metodi che garantiscano un minimo di sicurezza; dall'altro lato, bisogna essere consapevoli anche dei rischi che possono provenire dall'esterno (e-mail, accessi a server o cloud). Per minimizzare i rischi di quest'ultimo tipo, si può agire mediante strumenti di cyber-intelligence. Ovvero soluzioni che entrino in funzione non più quando un attacco è stato ormai subito, ma che collezionino quotidianamente informazioni per prevenire un attacco assicurando all'azienda stessa e ai propri clienti: disponibilità, integrità e riservatezza nelle informazioni, quest'ultima definibile anche come privacy. Gli imprenditori dovranno investire nelle nuove tecnologie ma al tempo stesso usare parte del denaro per adottare un Industrial Control Systems, o ICS, in pratica dei Sistemi di Controllo Industriale.

I sistemi di controllo industriale non sono un'invenzione degli ultimi anni, anzi esistono da diverso tempo. Semplicemente nell'ultimo periodo hanno subito un'accelerata nello sviluppo. Per la sicurezza dell'impresa, le piccole medie imprese dovranno collaborare con delle figure esterne.

Senza dimenticare poi la formazione del personale interno, un aspetto fondamentale per evitare di cadere in attacchi hacker che potrebbero diffondersi da un dispositivo all'intera rete aziendale.

La prima mossa da compiere quando si desidera proteggere una rete industriale dagli hacker è quella di fare una valutazione dei rischi. Questo significa analizzare e documentare lo stato della Rete e dei sistemi che sono collegati ad essa, in questo modo è possibile identificare le minacce.

2.5. IL MANIFATTURIERO ITALIANO E L'INDUSTRIA 4.0: UN'OCCASIONE DA NON PERDERE PER LE PICCOLE MEDIE IMPRESE (PMI)

Nella realtà produttiva italiana le PMI costituiscono una realtà numericamente molto significativa, di gran lunga maggiore rispetto agli altri paesi industriali avanzati. Occorre, inoltre considerare come le micro-piccole imprese rimangono stabili nel tempo in termini di crescita dimensionale. Dal punto di vista dei settori economici, le PMI, soprattutto quelle con meno di 10 addetti, si concentrano nel terziario, in particolare nell'informatica. Salendo di dimensione (imprese da 10 a 249 addetti) cala la quota delle PMI che operano nei servizi (circa il 46%) perché più diffusa è la presenza di medie imprese nel settore industriale. Volendo riassumere, tra i Paesi avanzati l'Italia presenta un sistema industriale del tutto peculiare, che si può così sintetizzare: un numero esiguo di grandi gruppi e un numero ancor più limitato di pilastri industriali, capaci cioè di esprimere un fatturato superiore ai venti miliardi di euro; una straordinaria costellazione di imprese piccole e medie, con specializzazione manifatturiera incentrata sui settori tipici del made in Italy.

L'Italia a che punto è?

Il seguente paragrafo mira ad offrire una valutazione del contesto italiano nell'era del 4.0, sottolineando punti di forza e debolezza ma anche opportunità da cogliere e minacce/rischi da evitare. Oggigiorno, tutti parlano di Industria 4.0, tutti cercano di capire i benefici attesi e di analizzarne il potenziale. Infatti, sono diversi i punti di debolezza del tessuto italiano. Uno su tutti, la mancanza di player di sistema di dimensione globale. Un altro punto di debolezza riguarda le infrastrutture di comunicazione il cui sviluppo appare limitato. A questo bisogna aggiungere la limitata cultura manageriale delle PMI italiane nell'individuare e gestire le opportunità offerte dal nuovo contesto. Da sempre le imprese italiane a gestione prettamente familiare, si mostrano riluttanti al cambiamento e all'innovazione, a causa sia della scarsa propensione ad una gestione manageriale delle imprese sia alla sottocapitalizzazione e difficoltà di accesso al finanziamento. Dall'altro lato, in netta maggioranza, si collocano coloro che hanno posto l'accento sulla presenza di una situazione più articolata: accanto ai punti di debolezza ed alla grave crisi che ha colpito l'area della grande industria e molte zone del Mezzogiorno, l'economia italiana, secondo questi autori, presenterebbe anche aspetti di dinamismo e forza dalla quale partire e cogliere le opportunità offerte dalla nuova rivoluzione digitale.

Tra questi annoveriamo: la già citata specializzazione flessibile e l'elevato know-how tecnico, tratti distintivo dei distretti industriali; esistenza di un sistema universitario che fornisce risorse di qualità; forte sistema industriale manifatturiero e grandi competenze all'interno delle filiere produttive; approccio culturalmente favorevole e avanzato da parte del sistema imprenditoriale verso l'integrazione; buona vitalità delle imprese; buona reputazione internazionale di alcuni prodotti made in Italy; relativa debolezza dell'economia cinese. Presentiamo di seguito una *SWOT analysis* che utilizzeremo per indicare sinteticamente i punti di forza (*Strengths*) e di debolezza (*Weakness*), le opportunità (*Opportunities*) e le minacce (*Threats*) caratterizzanti il contesto nazionale in relazione al fenomeno Industry 4.0.

PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
Esistenza di un forte sistema industriale manifatturiero e di grandi competenze	Limitato sviluppo delle infrastrutture di comunicazione a banda ultra larga
Buona reputazione internazionale del Made in Italy	Ritardo nella digitalizzazione di base
Elevato know-how tecnico diffuso nelle diverse filiere produttive	Sottocapitalizzazione delle imprese
Approccio culturalmente favorevole e avanzato del sistema imprenditoriale verso l'integrazione dell'impresa	Limitata cultura delle PMI italiane di individuare e gestire le nuove opportunità offerte dal nuovo contesto
OPPORTUNITÀ	RISCHI
Maggior percentuale di lavoratori altamente qualificati sul mercato del lavoro e creazione di posti di lavoro	Cyber Security o Sicurezza Informatica
Possibilità di rafforzare, modernizzare e integrare il nostro sistema industriale	Consistenza di perdita strutturale dei posti di Lavoro
Personalizzazione spinta e maggior competitività del prodotto	Mancanza di un approccio di sistema e dispersione delle risorse
Aumento della produttività e risparmio di energia	Declino industriale

In poche parole, si tratta di introdurre l'utilizzo di alcune tecnologie abilitanti, digitali ed interconnesse, non solo ai fini dell'incremento della produttività e di valore aggiunto, ma anche per la promozione di nuovi modelli di business, per incrementare il numero di posti e di lavoratori altamente qualificati sul mercato del lavoro, per la possibilità di modernizzare, rafforzare e integrare il nostro sistema industriale e la catena del valore, per aumentare competitività del prodotto. Quella da applicare nel nostro sistema è una strategia che ha due modelli di riferimento, quello originario tedesco, e quindi europeo, ed uno americano: entrambi puntano alla integrazione tra macchine, oggetti e persone nel nuovo concetto di cyber-fisico che pervade la fabbrica, la supply-chain e l'intera società. Pertanto, la strategia ha un'attenzione per il settore manifatturiero nella sua globalità, anche nei cosiddetti settori tradizionali, oltre che nell'ambito dei servizi: specifiche tecnologie consentono di incrementare la capacità di realizzare produzioni customizzate "dove il prodotto può essere persino noleggiato". Passando, invece, ad una logica technology-pull, la sfida dell'Industria 4.0 fa riferimento a soluzioni tecnologiche destinate a ottimizzare i processi produttivi, supportare i processi di automazione industriale, favorire la collaborazione tra imprese. Così emerge chiaramente come il 4.0 sia un'opportunità imperdibile per riposizionare e rendere più sostenibili i fattori competitivi delle PMI nostrane. Infatti, in quest'ottica, le opportunità offerte dal 4.0, permettono alle imprese del nostro tessuto industriale di:

1) Aumentare la produttività attraverso minori tempi di set-up, riduzioni errori e fermi macchina e al contempo di aumentare la qualità e ridurre gli scarti mediante sensori che monitorano la produzione in tempo reale. Questo implica maggiore competitività del prodotto e maggior flessibilità per le nostre imprese che nella nuova manifattura estremamente customizzata, a "misura di cliente", riescono a coniugare la produzione in piccoli lotti.

2) Valorizzare i Big Data, evitando che la digitalizzazione sia perseguita come "elettrificazione" di alcuni processi ma diventi un fattore abilitante per utilizzare la grande disponibilità di dati per migliorare i processi, rinnovare in chiave *smart* i prodotti e rivedere/modernizzare gli stessi modelli di business.

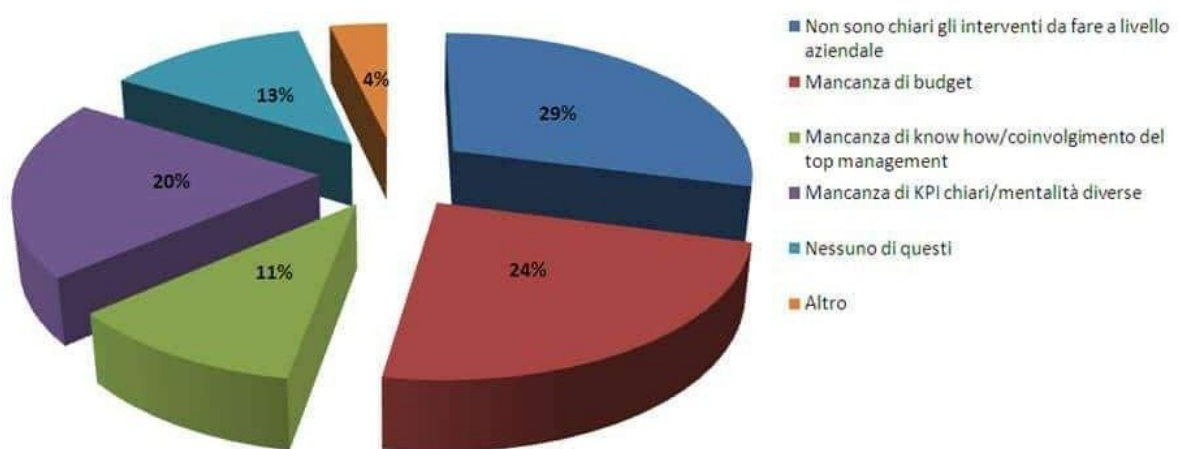
3) Formalizzare la propria "conoscenza informale" che spesso rappresenta il vantaggio delle piccole-medie imprese del Paese, attraverso la sua traduzione in dati e il suo sfruttamento attraverso adeguati modelli di analisi.

4) Sfruttare la snellezza e flessibilità delle PMI italiane favorendone le interconnessioni di rete, di filiera e il passaggio da una logica fornitore- cliente a una di partnership industriale in un ecosistema competitivo, interconnesso e integrato.

Crea le condizioni per un'interlocuzione più evoluta con il mondo finanziario: le imprese non si rivolgono più in maniera atomistica al mondo finanziario, ma interloquiscono come veri e propri sistemi integrati, acquisendo maggiore visibilità sui mercati dei capitali, riducendo le necessità di capitale, quindi aumentando gli spazi finanziari per sostenere i necessari investimenti. D'altro canto, in una logica market-pull, la digitalizzazione della manifattura, sta creando un nuovo paradigma produttivo nella quale la competizione si gioca su molteplici aspetti. La concorrenza nei mercati non riguarda più solamente il prodotto o il processo produttivo ed interessa sempre meno anche il marchio, la competizione adesso si gioca su aspetti quali artigianalità, design, personalizzazione, autenticità e servizi. Inoltre, bisogna poi fare i conti con le trasformazioni dal lato del consumo. È evidente, infatti, che il consumatore di oggi è disposto a riconoscere il valore della varietà e della differenza, non accontentandosi più di un prodotto di "massa". Proprio per andare incontro alle nuove esigenze del consumatore moderno, la nuova manifattura, dovrà sviluppare in particolare due caratteristiche: la varietà e la personalizzazione. Si tratta di aspetti perfettamente combinabili con quei fattori che hanno contraddistinto la crescita delle PMI italiane fino ai primi duemila, contribuendo a portare in auge il *Made in Italy* nel mondo. Le piccole-medie imprese italiane presentano infatti: un'elevata specializzazione produttiva, alta flessibilità e limitata estensione verticale che le permettono di adattarsi più rapidamente alle esigenze dei mercati. Esse operano soprattutto nei settori a bassa tecnologia che consentono la specializzazione in fasi ad alto valore aggiunto, in cui il gioco competitivo è basato sulla qualità del prodotto e dei servizi miranti la soddisfazione del cliente. In quest'ottica la quarta rivoluzione industriale provocherà, non la sostituzione delle persone bensì ne cambieranno il ruolo. Tutto questo ha forti implicazioni non solo sull'impatto occupazionale attraverso la possibile creazione di nuovi posti di lavoro, ma anche sulla specializzazione professionale e sulla formazione digitale degli occupati e sulle loro skills. Come per qualsiasi nuovo fenomeno che si rispetti a nuove opportunità seguono anche minacce e problematiche inedite. In primis quello di essere spazzate via dal mercato, per essere sostituite da aziende che hanno colto l'importanza delle nuove tecnologie. A questo, tra gli effetti più pericolosi per il tessuto industriale italiano si aggiungono l'incapacità di 'fare sistema', i cyber-attacks e l'occupazione. Riguardo al primo, il rischio del fallimento sta nella incapacità della struttura industriale nazionale di fare sistema favorendo un vero e proprio salto culturale.

L'innovazione deve riguardare tutti i settori produttivi, maturi e non, indifferentemente dalla localizzazione. Un'ulteriore criticità riguarda l'ambito dei rischi, che non possono più essere gestiti in relazione a un singolo stabilimento industriale o a una sola unità commerciale. Infatti, con il 4.0, la produzione industriale diventa automatizzata e interconnessa mentre la catena del valore diventa sempre più integrata. In questo contesto le imprese, le filiere e i distretti produttivi nazionali sono maggiormente esposti a cyber attacchi. Tuttavia, se da un lato la preoccupazione riguardo attacchi cyber cresce, il sistema italiano mostra una elevata arretratezza in tema di cyber-security, infatti solamente un'impresa su sei dispone di un piano pluriennale di difesa con riferimenti al piano industriale. Inoltre, da un'indagine condotta da Zurich, segnala come le nostre PMI sottovalutano ancora i rischi legati al cybercrime rispetto ad altri Paesi.

Qual è il maggiore ostacolo nel "fare" Industria 4.0?



FONTE UFFICIO STUDI A.P.I. - INDAGINE ELABORATA IN COLLABORAZIONE CON SAMSUNG ELECTRONICS ITALIA:
INDUSTRIA 4.0, LO STATO DELL'ARTE NELLE PMI

2.6. CAMBIAMENTI DELLA FABBRICA DEL FUTURO

L'Industry 4.0 è una rivoluzione che sta via via interessando un numero crescente di settori, che incrementano il loro livello di digitalizzazione mediante l'utilizzo di tecnologie sempre più moderne. La prospettiva è quella di creare un ambiente in cui i processi saranno completamente automatizzati poiché, supportati da un apposito sistema di comunicazione, saranno in grado di scambiare i dati con altri sistemi, monitorarsi e agire di conseguenza. Verrà così a diffondersi la presenza di macchine e strumentazioni intelligenti, che apporteranno più efficienza nei rispettivi ambiti applicativi. In termini generali, i benefici ottenuti saranno correlati a una pianificazione migliore e ad un più flessibile processo di controllo, a una maggiore soddisfazione del cliente e un miglioramento dell'immagine aziendale, ma anche a una riduzione dei costi e un conseguente aumento dei ricavi delle aziende. Le tecnologie "smart" trasformeranno definitivamente non solo i sistemi di produzione, ma cambieranno le relazioni tradizionali tra fornitori, produttori e clienti, ed anche tra uomo e macchine. In particolare, lungo la catena del valore i processi produttivi si avvantaggeranno attraverso dei sistemi integrati. I processi di produzione godranno di una maggiore flessibilità, fornita da macchine e prodotti "Smart" che saranno in grado di comunicare tra loro. L'utilizzo di veicoli autonomi e robot regolerà automaticamente la produzione e farà in modo che si ottenga una risposta più rapida a eventi imprevisti. Prodotti, processi di produzione e automazione della produzione saranno progettati virtualmente in un unico processo integrato. Inoltre, l'Industry 4.0 porterà benefici alla produttività, alla crescita dei ricavi ed agli investimenti.

Il cambiamento per l'uomo: lo smart operator. Man mano che l'Industry 4.0 prende forma, gli operatori sperimentano una maggiore complessità nelle loro attività quotidiane: devono essere altamente flessibili e dimostrare capacità adattive in un ambiente di lavoro molto dinamico. Questo richiede strumenti e approcci in grado di combinare metodologie complesse e facilità di utilizzo, che possano essere facilmente integrati nelle pratiche quotidiane. È essenziale che l'operatore comprenda questi cambiamenti e quello che comportano nello svolgimento del proprio lavoro. Lo scopo è quello di diminuire la dipendenza dall'interazione umana per quanto riguarda le operazioni, ma migliorare la qualità dell'interazione umana. Gli esseri umani non dovrebbero "perdere tempo" per supervisionare e monitorare i normali processi, ma dovrebbero essere prontamente disponibili ogni volta che si presenta un'anomalia che la macchina non può riparare da sola.

L'interazione umana sarà principalmente presente nel processo decisionale critico, nella manutenzione e riparazione, in quanto è necessario interpretare rapidamente i dati e prendere decisioni rapide per risparmiare tempo e denaro. Con l'aumentare della complessità dei macchinari, il ruolo di supervisione risulta più complesso, e possono sorgere dubbi sulla disponibilità di adeguate figure professionali. Per poter sfruttare al meglio questi nuovi strumenti è essenziale un periodo di apprendimento, di familiarizzazione con le nuove tecnologie. Diventa dunque di critica importanza il supporto ai processi di apprendimento e formazione, senza sottovalutare il livello di motivazione. Ciò che si richiede in primis è capire come funziona un Cyber Physical System (CPS) e quale possa essere la capacità di analisi delle informazioni acquisite mediante esso. Si tratta di conoscenze interdisciplinari che magari richiedono più sforzo mentale, ma che contribuiscono in maniera più marcata alla produzione di valore. Un ruolo determinante in questo senso viene svolto dalle interfacce di comunicazione e dalle modalità in cui l'operatore deve interagire con le macchine e con l'intero sistema, che devono garantire trasparenza e comprensibilità. È quindi fondamentale che queste ultime siano progettate in modo tale da fornire all'utente solo le informazioni rilevanti, effettuando dunque un filtraggio dei dati e mantenendo semplicità nelle opzioni disponibili. Si richiede inoltre una certa armonizzazione fra i diversi sistemi, il che non è molto scontato visto che spesso ci si trova a lavorare con impianti diversi, realizzati da fornitori diversi e che usano sistemi operativi e software diversi. In definitiva, si può parlare di un vero e proprio cambio di cultura aziendale. Saranno quindi compiti essenziali per il management sia la gestione del cambiamento che il coinvolgimento dei dipendenti nel processo di trasformazione. Successivamente, si ha *il cambiamento per il prodotto*: smart lifecycle. Come accennato in precedenza, l'utilizzo delle nuove tecnologie permette di focalizzare esattamente sul cliente e su quello che percepisce come valore: si punta dunque alla personalizzazione, alla flessibilità, alla riduzione del time to market, sempre cercando di ridurre i costi. L'intero ciclo di vita del prodotto nella catena del valore deve essere tenuto in considerazione fin dalle prime fasi del suo sviluppo. Si parla dunque di smart lifecycle, che fa riferimento all'intero processo di sviluppo del prodotto, inclusa la gestione del suo ciclo di vita e dei fornitori coinvolti nelle diverse fasi. In questo campo, il Cloud Manufacturing, ad esempio, si sta rapidamente diffondendo per aumentare la collaborazione con i fornitori e per un migliore processo di sviluppo del prodotto.

3. LEAN MANUFACTURING E L'INDUSTRIA 4.0

Per diversi decenni, i produttori hanno utilizzato principi e strumenti Lean per ridurre la complessità operativa e migliorare la produttività. L'approccio Lean fornisce le basi per l'eccellenza operativa standardizzando i processi, infondendo una cultura del miglioramento continuo, responsabilizzando i lavoratori grazie ad un coinvolgimento più ampio. Tuttavia, data la crescente complessità delle operazioni, spesso una gestione Lean da sola non è sufficiente ad affrontare le sfide operative. Recentemente, con l'avvento dell'Industry 4.0, i produttori possono aumentare la velocità, l'efficienza e il coordinamento e persino facilitare l'autogestione delle operazioni di fabbrica attraverso una giusta combinazione delle nuove tecnologie. Infatti, entrambi gli approcci hanno lo stesso obiettivo, che è l'eccellenza operativa, ma applicano diversi tipi di strumenti per raggiungere questi obiettivi. L'approccio di Lean Management riduce la complessità e i costi eliminando gli sprechi e le attività che non aggiungono valore lungo tutto il processo o la catena del valore e fornisce tecniche per coinvolgere tutti i dipendenti nella revisione continua e nel miglioramento dell'efficienza. L'Industry 4.0 permette attraverso le 9 tecnologie emergenti, illustrate nel capitolo precedente, il collegamento di sensori, macchine, pezzi in lavorazione e sistemi lungo una catena del valore che si estende oltre una singola impresa. Questi sistemi collegati possono interagire e analizzare i dati per prevedere i guasti, riconfigurarsi e adattarsi ai cambiamenti ed i produttori possono raggiungere nuovi livelli di prestazioni operative. Industry 4.0 consente inoltre alle aziende di condividere i vantaggi della tecnologia di automazione in modo più ampio all'interno dell'organizzazione. I produttori che cercano di ottimizzare le loro operazioni devono comprendere l'interazione tra il Lean Management e l'Industry 4.0. Diversi studi sui programmi di eccellenza operativa degli ultimi anni hanno visto le aziende generare preziose sinergie implementando il Lean Management e Industry 4.0 in modo globale, piuttosto che in modo indipendente o sequenziale. Infatti, nella maggior parte dei casi, l'applicazione integrata del Lean Management e di Industry 4.0, chiamata Lean Industry 4.0 è il modo più efficace per raggiungere il prossimo livello di eccellenza operativa.

3.1. LEAN INDUSTRY 4.0

I produttori che desiderano ottimizzare le proprie operazioni devono comprendere l'interazione tra la gestione snella tradizionale e l'Industria 4.0. Coloro che hanno implementato con successo Lean Industry 4.0 possono ridurre i costi di conversione fino al 40% in cinque o dieci anni, dato riportato da uno studio svolto dalla Boston Consulting Group nel 2017, molto meglio delle riduzioni ottenute dalla migliore distribuzione indipendente di Lean o Industry 4.0. Le maggiori riduzioni dei costi sono, in molti casi, raggiunte con tecnologie che migliorano i processi e le strutture degli impianti. Per ottenere i maggiori vantaggi, un produttore deve personalizzare l'applicazione di Lean Industry 4.0 per affrontare le sue sfide specifiche lungo la catena di approvvigionamento ea livello di impianto. Utilizzando soluzioni integrate di Lean Industry 4.0 per affrontare i punti deboli, i produttori possono ottenere una varietà di vantaggi. Di seguito, si evidenziano cinque vantaggi.

1) Flessibilità: I produttori desiderano operazioni flessibili che consentano loro di utilizzare una linea di produzione per realizzare più prodotti. Tuttavia, i vantaggi della flessibilità sono difficili da acquisire perché sono necessari cambi di tempo lunghi per preparare macchinari per fabbricare prodotti diversi. Nuovi sensori e software consentono alle macchine di identificare automaticamente i prodotti e caricare il programma e gli strumenti appropriati senza intervento manuale.

2) Produttività: In molte industrie manifatturiere, guasti e guasti alle apparecchiature portano a livelli di inventario elevati e bassa produttività. Le aziende possono utilizzare metodi snelli, come la manutenzione autonoma o preventiva, per aumentare l'efficacia complessiva delle apparecchiature. Per utilizzare la manutenzione autonoma, ad esempio, le aziende assegnano la responsabilità di specifiche attività di manutenzione fai-da-te ai loro operatori, riducendo in modo significativo i tempi di fermo necessari per correggere piccoli problemi.

3) Sicurezza: Per garantire la sicurezza dell'operatore, un approccio snello utilizza i segnali per indicare agli operatori dove possono camminare. Un altro approccio snello utilizza il monitoraggio dettagliato degli incidenti e dei quasi incidenti per identificare le aree da migliorare. Le aziende possono utilizzare sensori wireless a basso costo per migliorare l'efficacia di tali sforzi e possono migliorare ulteriormente la sicurezza utilizzando la realtà virtuale per formare i lavoratori.

4) Qualità: La capacità di produzione viene sprecata se i prodotti non soddisfano le specifiche. Ancora peggio, se un produttore spedisce prodotti di scarsa qualità ai clienti, questi dovranno sostenere costi più alti e probabilmente perdere la fiducia in quel fornitore. Per raggiungere zero difetti, i produttori devono supportare le auto ispezioni utilizzando un approccio analitico basato sui dati per identificare le cause alla radice degli errori. Le tecnologie di Industry 4.0 consentono tale supporto fornendo dati di contesto affidabili e la capacità di condurre un tracciamento dettagliato. Analizzando i dati del sistema di ispezione in tempo reale, gli operatori possono assicurarsi che l'output del processo di produzione rispetti elevati standard di qualità.

5) Velocità: I produttori lottano con la complessità della pianificazione della produzione mentre cercano di aumentare il numero di varianti di prodotto riducendo le dimensioni dei lotti. Applicando determinati algoritmi, i produttori possono superare le sfide della gestione della produzione in tempo reale. Due elementi chiave nell'uso efficace degli algoritmi sono una "torre di controllo" centralizzata che raccoglie i dati e dirige tutto il movimento dei materiali all'interno e all'esterno della fabbrica e una catena del valore integrata orizzontalmente. Il personale di linea e i dirigenti possono utilizzare i dati in tempo reale per identificare le cause profonde dei problemi di prestazioni e accelerare la convalida delle misure di miglioramento, consentendo in tal modo un'implementazione più rapida. Le aziende possono utilizzare quotidianamente il monitoraggio in tempo reale per ridurre i tempi di reazione e di risposta.

3.2. TRE FASI DELLA LEAN INDUSTRY 4.0

Secondo uno studio riportato dalla Boston Consulting Group, la Lean Industry 4.0 è da studiare in tre diverse fasi: INNOVARE, PILOTA, SCALARE.

Prima fase: INNOVARE

La prima fase è quella in cui emerge la necessità e il dovere da parte dell'azienda di acquisire una chiarezza riguardo le opportunità di miglioramento, le sfide aziendali da adottare e tutte le politiche da seguire per arrivare ad una innovazione importante. La Boston Consulting Group ha identificato come priorità per il miglioramento e quindi per l'innovazione: le esigenze e le sfide aziendali, miglioramenti operativi, gestione delle prestazioni, gestione delle persone.

Seconda fase: PILOTA

Per applicare le conoscenze acquisite, l'azienda prima prova le soluzioni in una parte specifica della catena di approvvigionamento o dell'impianto. L'obiettivo di ciascun pilota è sviluppare rapidamente una soluzione minima praticabile e quindi migliorarla attraverso iterazioni utilizzando metodi di sviluppo agili. Implementando una serie iniziale di casi d'uso, i leader dell'azienda possono convalidare l'approccio e mostrare le opportunità per la creazione di valore. Allo stesso tempo, l'azienda dovrebbe implementare tutti i fattori abilitanti pertinenti per Lean Industry 4.0.

Terza fase: SCALARE

Le soluzioni che sono state testate e perfezionate con successo nei progetti pilota sono pronte per il lancio su vasta scala in tutta la catena di fornitura e l'impianto. A questo punto, la società dovrebbe eseguire l'implementazione in una sequenza logica che consenta di integrare efficacemente le soluzioni se implementate su vasta scala.

3.3 ESEMPI DI LEAN INDUSTRY 4.0

L'utilizzo di sensori e software per aumentare la flessibilità delle linee di produzione.

Attraverso l'implementazione degli strumenti Lean è possibile oggi rendere le linee di produzione più flessibili di un tempo riducendo le operazioni di preparazione dei macchinari ai minimi termini. Grazie all'introduzione di sensori e software è però possibile supportare ulteriormente questi sforzi e consentire alle macchine di riconoscere i diversi prodotti da produrre, rendendo possibile il caricamento automatico del software di produzione adatto al determinato prodotto. Tutto questo senza l'intervento dell'uomo.

L'utilizzo di algoritmi per avere dati in tempo reale e pianificare la produzione

Ciò che si vuole ottenere è la produzione del maggior numero di varianti di prodotto riducendo al tempo stesso le dimensioni dei lotti. Attraverso l'utilizzo di tecnologie che consentano il monitoraggio in tempo reale dei dati, le aziende produttrici possono ulteriormente ridurre i tempi di reazione e di risposta. Ad esempio, un fornitore di viti, bulloni e rondelle, collega sistemi di telecamere ai contenitori di questi componenti direttamente nel magazzino e nelle linee di produzione dei propri clienti, questi sistemi rilevano automaticamente quando le scorte stanno scendendo ad un minimo prestabilito e scatta il piano di rifornimento just in time.

La fabbrica intelligente e l'operaio aumentato

Con l'avvento della Lean e più ancora della fabbrica intelligente, oggi alle persone che lavorano si chiede di essere attori attivi e partecipi. Ci si aspetta da loro un'intelligenza emotiva che li porti ad essere più creativi ed in grado di dare il proprio contributo assumendosi le proprie responsabilità.

Si parla anche di "operaio aumentato", ossia di quella nuova figura che deve saper gestire i dati e connettersi con gli altri sfruttando nel lavoro le stesse doti di nativo digitale che usa nella vita privata. La prerogativa è la crescita continua e la conoscenza digitale. Le macchine si sostituiranno all'uomo nei lavori di routine riducendo tempi ed errori e l'uomo dovrà essere in grado di ricoprire altri ruoli acquisendo le competenze che la nuova rivoluzione industriale ci richiede.

3.4. LEAN MANUFACTURING E INDUSTRIA 4.0: ANALOGIE E DIFFERENZE

Studiando nel primo e nel secondo capitolo in maniera dettagliata, sia la Lean Management sia l'Industry 4.0, possiamo ora analizzare le analogie e le differenze che esistono tra questi.

Per il personale:

In ambito dell'industria 4.0, lo scopo è quello di dare la possibilità ad ogni dipendente di operare come una unità integrata in modo efficiente e generando maggior valore con il suo modus operandi. In ambito Lean, invece, l'operatore ha una maggiore flessibilità negli incarichi e al contempo una responsabilità maggiore avendo il compito di controllare la produzione ed è inoltre,

Per il prodotto:

L'industria 4.0 ed il modello Lean hanno due approcci diversi per definire le caratteristiche del prodotto che costituiscono un valore riconosciuto dal cliente. Entrambi i metodi però puntano al massimo vantaggio competitivo sul mercato e si basano sul comprendere i bisogni dell'acquirente. Per il Lean management le azioni intraprese devono portare a realizzare un prodotto con le sole caratteristiche per cui il cliente accorda una preferenza ed è disposto a pagare un prezzo, andando ad eliminare ogni aspetto che non apporti valore. L'Industry 4.0, permette di entrare nell'era della customizzazione individuale del prodotto di massa. Gli strumenti a disposizione consentono sia di realizzare un prodotto capace di raccogliere le esigenze del cliente, sia di aumentare l'apporto di valore in modo nuovo: servizi e tecnologie utilizzati mantengono il rapporto tra il produttore ed il cliente dopo la vendita, diventando una leva competitiva.

Coinvolgimento del cliente:

L'industria 4.0, effettua un'analisi dei comportamenti, permessa dai big data che consente di andare oltre alle normali attività per la profilazione del cliente tipo e delle specifiche che rappresentano un valore aggiunto. Lo stesso cliente può andare anche ad eliminare le parti che rappresentano uno spreco per il suo acquisto. La personalizzazione del prodotto, anche se con quantità da produzione di massa, viene applicata con successo tramite l'industria 4.0. Se la Lean concentra gli sforzi nell'eliminare lo spreco per conservare le sole funzioni valutate da cliente, l'Industry 4.0 abilita nuove possibilità per definire quali siano. La visione è quindi di una produzione ancor più incentrata sugli attuali bisogni dei clienti.

Per i fornitori:

Comprendere l'importanza ed instaurare un rinnovato rapporto collaborativo con i fornitori è stato un importante traguardo del Lean production. L'integrazione della filiera produttiva ha rappresentato un elemento di competitività nella Lean, con i fornitori coinvolti sin dalle prime fasi del progetto e con lo sviluppo congiunto dei sistemi produttivi. L'industria 4.0 fornisce mezzi per una maggiore integrazione orizzontale che va a coinvolgere tutti i soggetti che creano valore nella catena, dal marketing fino ai fornitori di componenti. Gli strumenti cloud e i big data forniscono le basi per l'ingegnerizzazione di tale catena a valore aggiunto.

Feedback per la qualità:

La qualità dei componenti ricevuti dal fornitore è riconosciuta come uno degli elementi più importanti per operare con il JIT e scorte ridotte. Per poter migliorare le forniture è indispensabile che le informazioni raccolte siano inviate al fornitore dalla sede principale, riportando le problematiche riscontrate e quali miglioramenti apportare.

Il rapporto instaurato secondo il Lean management va a realizzare una collaborazione a vantaggio del prodotto finale, con aperture sui costi ed i mezzi produttivi utilizzati. Grazie all'industria 4.0 il rapporto può andare oltre, abilitando uno scambio dati in tempo reale. L'uso di chip identificativi crea un percorso tracciabile per ogni componente, a partire dalle materie prime utilizzate dal fornitore fino alla consegna verso il cliente finale. L'identificazione delle problematiche diviene così semplificata.

Per i mezzi produttivi:

La produzione snella trova pieno compimento nelle attività produttive. La riduzione degli sprechi ed il contenimento dei costi guidarono le aziende Lean nell'aumentare i margini di guadagno e nel guadagnare quote di mercato. . Secondo il principio di pull production il sistema è in grado di eseguire la produzione rincorrendo la domanda del mercato, evitando sovrapproduzione. Con l'industria 4.0 i fattori produttivi subiscono una variazione che va a cambiare profondamente il sistema, ma che offre nuove possibilità di perseguire l'attività di produzione senza sprechi e di seguire le richieste del mercato. L'industria 4.0, abilita i mezzi produttivi alla comunicazione di rete in modo decentralizzato, per riconfigurare la produzione secondo le esigenze e per riferire in continuazione riguardo il loro stato.

Flessibilità del sistema:

L'industria 4.0 utilizza macchinari smart in grado di comunicare ed interagire in rete, dando vita ad un internet delle cose, permettendo al sistema di organizzare la produzione seguendo i singoli prodotti, secondo la guida di un modello cyber fisico. I macchinari ed i prodotti utilizzano l'IoT per comunicare: la macchina in tempo reale riferisce il suo stato di impiego, le code di materiale e le sue condizioni operative, mentre riceve le richieste di produzione e la situazione delle altre code nello stabilimento. Se i tradizionali sistemi a Kanban impiegano un numero fisso di cartelli, con cicli produttivi fissi e percorsi dei trasporti predeterminati, le tecnologie 4.0 rendono dinamici i processi, adottando in modo automatico un'ottimizzazione secondo le necessità che si presentano nel momento. La maggiore flessibilità del sistema può essere una risposta ai problemi di livellamento del carico di lavoro nel tempo, al variare della domanda e mix produttivo, ma tali variazioni possono comportare una ridefinizione di alcune metodologie Lean.

Setup e manutenzione:

Le operazioni di setup sono aidate dall'uso di chip a radiofrequenza che permettono di guidare l'operatore, caricando i dati di cui ha bisogno su di un proprio dispositivo portatile, e di istruire il macchinario. Dall'identificazione del setup eseguito vengono caricati nella macchina in modo automatico i parametri operativi, gli aggiustamenti ed i programmi da eseguire. I sistemi riconfigurabili invece sono visti con favore permettendo di aggiornare le funzioni e la capacità secondo il variare della produzione. Le loro funzionalità permettono di produrre componenti più complessi e di gestire una ampia gamma di prodotti. Sebbene i costi di acquisto siano superiori e servano operatori con più specializzazione, i sistemi riconfigurabili sono visti come una tecnologia a cui dare forte priorità dalle aziende. Nel settore della manutenzione, la creazione di modelli e la raccolta dati, proprie della industria 4.0, permettono di eseguire attività, comprendendo le necessità di intervento ed individuando le cause. La diffusione di sensori integrati consente di riconoscere le situazioni che potenzialmente porteranno ad un guasto, di programmare quindi la manutenzione e di evitare arresti imprevisti alla produzione.

L'industria 4.0 potrà quindi essere uno strumento importante per la manutenzione, perseguendo la volontà Lean di evitare gli interventi di ripristino a guasto, concentrandosi sul mantenimento delle migliori condizioni operative del macchinario e programmando le soste in modo da non impattare sulla produttività. In conclusione, quindi, il loro obiettivo comune è l'eccellenza operativa poiché l'approccio Lean fornisce le basi per questa eccellenza standardizzando i processi, andando a creare una catena di miglioramento continuo e dando potere ai lavoratori, ma da solo non è sufficiente. Infatti, con l'Industria 4.0 e i suoi approcci per facilitare il coordinamento e le operazioni della fabbrica, si arriva all'eccellenza operativa totale. Inversamente, la loro differenza è il loro percorso e gli strumenti per l'obiettivo comune. Infatti, l'approccio di Lean Management riduce la complessità e i costi eliminando gli sprechi e le attività senza valore aggiunto attraverso un processo o una catena del valore. Fornisce tecniche per coinvolgere tutti i dipendenti nella revisione continua e nel miglioramento dell'efficienza. L'industria 4.0 è alimentata da nove tecnologie di base, descritte in precedenza. Sensori, macchine, pezzi sono collegati lungo una catena del valore che si estende oltre una singola impresa. Questi sistemi connessi possono interagire e analizzare i dati per prevedere l'errore, riconfigurarsi e adattarsi ai cambiamenti.

Quindi, è possibile fare il matrimonio tra Lean manufacturing ed Industry 4.0?

La risposta è esplicitata di seguito con un pensiero di due giornalisti nel 2017:

“ Nell'era della trasformazione digitale e di Industria 4.0 ha ancora senso parlare di Lean Production? Crediamo che la risposta sia affermativa anche perché la trasformazione digitale non si realizza solo attraverso l'introduzione di tecnologia. ” (Gianluca Spada, Matteo Lombardo)

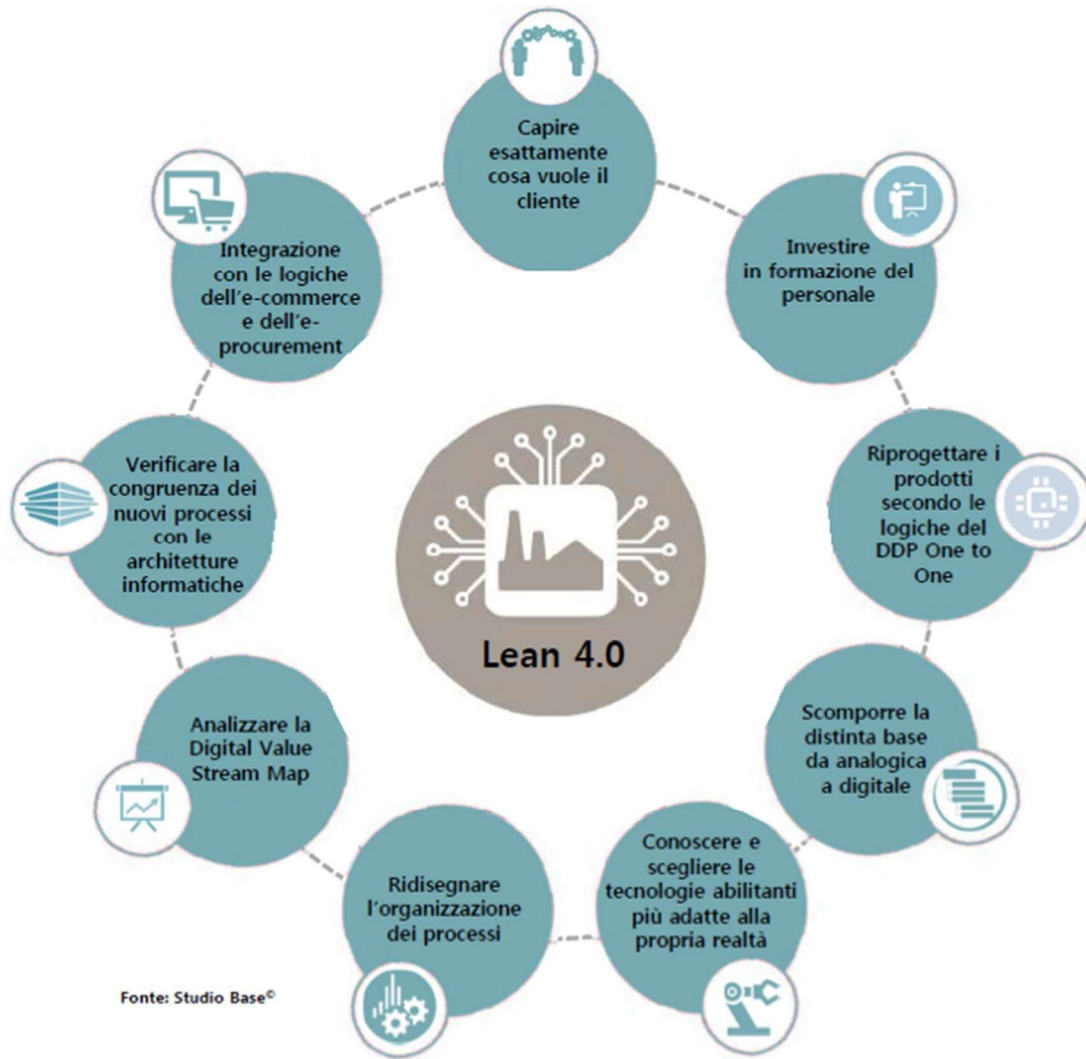


Immagine che riassume tutto quello che riguarda la Lean 4.0, partendo dall'esigenze del cliente, passando poi a tutto ciò che riguarda investimenti del personale, dei prodotti, fino ad analizzare tutti i dati e tutta la parte che riguarda l'e-commerce.

3.5 SINERGIA TRA INDUSTRY 4.0, JIDOKA E JUST IN TIME

In che misura Industria 4.0 è davvero in sinergia con questi due principi?

Jidoka rappresenta la visione giapponese all'automazione, volta non solo a togliere all'essere umano la fatica fisica, ma a renderlo indipendente dalla macchina e complementare ad essa. Una delle prime applicazioni di questo principio ha permesso di passare da un sistema produttivo in cui ogni telaio aveva bisogno di un operatore dedicato che individuasse la rottura di un filo di trama o di ordito per fermarne la produzione e intervenire, a un sistema in cui il telaio aveva la intelligenza sufficiente a capire se si fosse rotto un filo: nel qual caso si fermava da solo e chiamava in aiuto l'operatore. L'operatore non era più al servizio della macchina con funzione di controllo del buon funzionamento, ma era la macchina che lavorava per l'operatore, fermandosi e chiamandolo in caso di necessità. In questo modo con lo stesso numero di operatori si potevano seguire molti più telai, e i risultati qualitativi erano di gran lunga superiori. Ora è evidente che le rinnovate possibilità dell'automazione avanzata, insite in talune soluzioni robotiche disponibili e raccolte sotto il cappello di Industria 4.0, possono far ricadere nella tentazione di tornare a proporre modelli di automazione con una visione "escludente" rispetto al contributo umano. Perché si crei una sinergia profonda tra Lean e Industria 4.0, dunque, l'automazione dovrà essere orientata nella giusta direzione, investendo le risorse necessarie per l'adattamento del processo, per la formazione degli operatori, perché la visione di lungo termine, e quindi la convinzione nel contributo al miglioramento dato dall'operatore, prevalga. In questo senso, l'insegnamento della Lean e le numerose evidenze del valore di questo approccio, dovrebbero essere i migliori antidoti rispetto a questa, purtroppo esistente, tentazione. Just in Time, invece, è il principio secondo il quale la visione Lean collega le diverse risorse che fanno parte del sistema complessivo. Elemento chiave è il passaggio da un modo basato sulla pianificazione a un modo basato sulla reazione, ad un sistema tirato dal cliente. Quanto più le tecnologie e gli elementi organizzativi permettono al sistema di essere rapido, tanto più il sistema può reagire agli eventi, anziché anticiparli basandosi su previsioni che sono naturalmente imprecise. In questo caso, il paradigma Industria 4.0 sembra addirittura alzare l'asticella, andando ad offrire una visione dell'infrastruttura produttiva che possa essere attivata in pull, e questo grazie al paradigma del cloud manufacturing.

CONCLUSIONI

Le conclusioni di questo capitolo stabiliscono la presenza di una correlazione positiva tra Lean manufacturing e Industry 4.0. Ogni problema per l'implementazione della produzione snella dal punto di vista dell'integrazione ha una soluzione nelle tecnologie associate a Industry 4.0. L'implementazione di queste tecnologie risolve queste barriere in tutti i fattori: fornitore, cliente, processo e controllo e fattori umani. Quindi la ricerca conferma chiaramente che abbracciando l'industria 4.0, le industrie sono in grado di diventare “snelle” senza la necessità di mantenere sforzi straordinari e persistenti. Le operazioni e il mantenimento dell'industria manifatturiera stanno migliorando considerevolmente grazie alle tecnologie di Industria 4.0. Con sistemi avanzati di informazione e comunicazione affiancati da struttura operativa Lean, un'azienda manifatturiera ha il potenziale per espandersi a proprio agio verso nuovi orizzonti. Per quanto riguarda gli aspetti convenzionali della produzione snella, è un dato di fatto ben accettato che appena una fabbrica diventa Lean, i processi si rafforzano e le attività a poco valore aggiunto o spreco diminuiscono. Diminuzione degli sprechi significa anche diminuzione dei costi, quindi ogni sforzo per ridurre lo spreco paga in termini di riduzione di costi operativi. Ora questo sforzo passa attraverso la digitalizzazione e l'integrazione delle risorse, nel nome di Industria 4.0. Implementando Industry 4.0, oltre ai dichiarati vantaggi di rendere la fabbrica smart, i benefici finanziari sarebbero realizzati anche a causa della riduzione o dell'eliminazione degli sprechi. Quindi, nonostante il costo elevato, l'applicazione di Industry 4.0 dimostra di valere l'investimento per i suoi benefici, e la ricerca afferma che le imprese ancora riluttanti possono avventurarsi positivamente in questa quarta rivoluzione industriale.

BIBLIOGRAFIA

- **Luciano Attolico.**, *Innovazione Lean: Strategie per valorizzare persone, prodotti e processi*, Hoepli, 2012.
- **Stefano Za.**, *Internet of things. Persone, organizzazioni e società 4.0*, Luiss University Press, 2018.

- <https://www.considi.it/lean-thinking/>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Produzione_snella
- <https://www.opta.it/operations-management/lean-production/principi-lean-production>
- <https://www.rematarlazzi.it/index.php/industry-4-0-lera-della-4-rivoluzione-industriale/>
- <http://www.sfida-italia.it/it/news/lean-production-e-industry-4-0-la-combinazione-vincente-per-unazienda-competitiva-articolo-di-andrea-staiano>

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare in primis *i miei genitori, Sauro e Fortunata*: i colori più belli della mia vita, il mio cuore. Senza il loro prezioso supporto, economico e morale, tutto questo non sarebbe stato possibile. Grazie per avermi insegnato i valori della vita, cosa vuol dire mettere il bene di un figlio davanti al proprio e cosa vuol dire il sacrificio. Siete stati e sarete sempre i miei due fari in mezzo al mare. Vi amo! Ringrazio i miei due fratelli, Alessandro e Giorgio, che a modo loro hanno saputo prendermi la mano e accompagnarmi in questo lungo viaggio convincendomi di chi sono e di chi potevo essere, senza mai dubitare di me e grazie perchè mai mi avete fatta sentire sola!

A te, Nicolas, mio grande amore: grazie per la pazienza con cui mi hai sopportata e spronata in questi anni, grazie per esserci in ogni secondo della mia vita, grazie per essere presente anche oggi in questo giorno così importante per me, che è anche un po' il tuo. Grazie per aver creduto in me prima ancora che lo facessi io, per tutti quei giorni bui in cui tu hai sempre portato un gran Sole. Grazie semplicemente di esistere. Sei la mia forza amore mio e ti amo come non ho mai fatto e mai più farò! *Ringrazio le mie amiche, sorelle di una vita*: Camilla, Giulia, Ines, Margherita, Martina e Virginia. Senza di loro, nulla sarebbe stato uguale. Grazie per esserci state quando ne avevo bisogno, grazie per tutte le parole di conforto e per tutti quei momenti che saranno sempre impressi nel mio cuore. Siete la mia certezza. Vi voglio bene. Un ringraziamento speciale ad una persona, Daniele, che vive dentro di me, cammina al mio fianco e che oggi sarebbe stato fiero di me. *A Mia Nonna Lola*, il mio esempio di vita più prezioso, più sincero. Sei il mio diamante più bello. Grazie Nonna per tutto quello che hai fatto nella tua vita per me e per come mi sei stata vicino lungo questo percorso. Ti amo immensamente. *A te, Michela del mio cuore*, che sei entrata silenziosamente nella mia vita ma che ormai sai tanto di me. Grazie per avermi insegnato tutto quello che è in tuo possesso, grazie per essere ormai parte della mia vita, non più come insegnante, ma come Amica. Ti voglio bene! Vorrei ringraziare le mie due principesse: Chiara e Giulia, non lo sapete quanto bene mi fate. Grazie per aver gioito con me e per aver delirato con me. Vi amo! Ringrazio, inoltre, tutti coloro che hanno cercato in tutti i modi di ostacolarmi la strada perchè mi hanno dato modo di crescere e di essere più forte di quel che già ero. Ed infine, ringrazio me stessa per essere stata così testarda, così forte e così fiduciosa da superare ostacoli che sembravano essere insormontabili, senza mollare mai.

