

POLITECNICO DI TORINO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA GESTIONALE E DELLA PRODUZIONE

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di laurea magistrale in

GESTIONE DELL'INNOVAZIONE E SVILUPPO PRODOTTO

*L'analisi dei dati per il miglioramento del processo
di sviluppo prodotto: il caso GAI Macchine Imbottigliatrici*



RELATRICE

Prof.ssa Montagna Francesca

LAUREANDA

Letizia Antonino

Anno accademico 2019 – 2020

Ringrazio la Prof.ssa Francesca Montagna per la sua disponibilità, cortesia ed aiuto forniti durante la preparazione di questo lavoro di tesi.

Indice

Introduzione	4
1. Innovazione e progettazione.....	6
1.1. La digitalizzazione e i Big Data	7
1.1.1. I Big Data	8
1.1.2. La catena del valore dei dati.....	11
1.1.3. I vantaggi e le sfide da affrontare	13
1.1.4. Il mercato dei Big Data in Italia	22
1.2. L'approccio data-driven nel design.....	24
1.3. I fondamenti della teoria paradigmatica	28
1.4. Il tradizionale paradigma del design.....	30
1.5. Il nuovo paradigma del design	31
1.5.1. Lato della domanda	31
1.5.2. Lato dell'offerta.....	34
1.5.3. Implicazioni nell'adozione del nuovo paradigma	37
2. Il caso studio: GAI Macchine Imbottigliatrici.....	41
2.1. L'obiettivo	41
2.2. La GAI Macchine Imbottigliatrici.....	41
2.2.1. L'innovazione: driver dell'impresa	42
2.2.2. Produzione e organizzazione.....	44
3. Il lavoro svolto.....	47
3.1. I dati raccolti.....	47
3.2. Le analisi	48
3.2.1. Analisi per tipo problema	49
3.2.2. Analisi per tipo di prodotto	50
3.2.3. Analisi per fase di processo.....	53
3.2.4. Matrice di correlazione.....	54
3.2.5. Analisi per tipo di effetto.....	57
3.2.6. Analisi descrittive.....	58
3.3. I risultati.....	60
Conclusioni.....	62
Bibliografia.....	65

Indice delle figure

Figura 1.1: Cambiamenti guidati dalle rivoluzioni industriali (Pessoa M., 2020).....	6
Figura 1.2: Modello delle 3V dei Big Data (Banu A., 2020).....	10
Figura 1.3: Fasi del ciclo di vita del dato (AGCOM, 2018).....	11
Figura 1.4: Top 20 ruoli professionali con domanda in crescita e decrescita. (WEF, 2020) ..	20
Figura 1.5: Crescita mercato analytics. (Infografica “Analytics divide: un gap che va colmato”, 2020).....	22
Figura 1.6: Distribuzione iniziative imprese. (Infografica, “Analytics divide: un gap che va colmato”, 2020).....	23
Figura 1.7: Schema rappresentativo elementi di un paradigma (Cantamessa M., Montagna F., 2016).....	29
Figura 1.8: Rappresentazione del tradizionale paradigma del design (Cantamessa M. et al., 2020).....	30
Figura 1.9: Loop di progettazione (Smits A., 2020).	32
Figura 1.10: Rappresentazione del nuovo paradigma del design, lato domanda (Cantamessa M. et al., 2020).	33
Figura 1.11: Rappresentazione del nuovo paradigma del design, lato offerta (Cantamessa M. et al., 2020).....	35
Figura 1.12: Configurazione finale del nuovo paradigma del design (Cantamessa M. et al., 2020).....	39
Figura 3.1: Struttura del database dati.....	48
Figura 3.2: Rappresentazione grafica dati per tipo problema.	50
Figura 3.3: Rappresentazione grafica dati per tipo prodotto.....	50
Figura 3.4: Rappresentazione grafica dati per tipo prodotto filling.....	51
Figura 3.5: Rappresentazione grafica dati per tipo prodotto labelling.....	51
Figura 3.6: Rappresentazione grafica dati per fase processo.	53
Figura 3.7: Rappresentazione grafica errori di fase per fase di processo.....	54
Figura 3.8: Distribuzione percentuale dati per tipo problema per la fase di progettazione.	55
Figura 3.9: Distribuzione dati tipo problema “attività di lavorazione” per fase di lavorazione.	56
Figura 3.10: Distribuzione percentuale dati per tipo problema per la fase di assemblaggio. ..	57
Figura 3.11: Rappresentazione grafica dati per tipo effetto, filling.	57
Figura 3.12: Rappresentazione grafica dati per tipo effetto, labelling.	58

Figura 3.13: Distribuzione dati per famiglia di prodotto filling per fase di processo.....	58
Figura 3.14: Distribuzione dati per famiglia di prodotto labelling per fase di processo.....	59
Figura 3.15: Distribuzione dati per famiglia di prodotto per tipo problema.....	59

Introduzione

Negli ultimi decenni, il ruolo dei dati ha visto crescere esponenzialmente la sua importanza. Con il progressivo aumento del loro volume e della loro varietà, i Big Data hanno assunto il ruolo di driver guida delle imprese, che li utilizzano quotidianamente per migliorare l'efficienza del processo produttivo, ridurre i costi di produzione e supportare il processo decisionale. Il vantaggio di poter aver informazioni reali sull'andamento della produzione e delle vendite e sulle preferenze dei clienti semplifica il processo decisionale fornendo un fondamento reale e non previsionale alle scelte fatte. Sebbene vi siano innumerevoli vantaggi, le imprese si scontrano con la difficoltà di elaborare e interpretare i dati in un unico sistema integrato. Accade spesso, infatti, che le informazioni derivanti dalle diverse funzioni aziendali abbiano diversa granularità e non siano integrate. Ciascuna fase del ciclo di vita dei dati richiede investimenti affinché la manipolazione delle informazioni sia efficiente in termini di tempi brevi e qualità dei risultati ottenuti. Si sono rese, di conseguenza, necessarie infrastrutture fisiche, software e strumenti che fossero in grado di memorizzare, trasformare, elaborare e analizzare tali dati.

Benché sia consuetudine studiare il cliente e/o utente, lato domanda, per trarne informazioni utili a sostegno del processo di miglioramento del prodotto, allo stesso scopo sono poco utilizzati, o quasi per nulla, i dati provenienti dagli ambienti operativi dell'impresa, lato offerta. Tali dati, infatti, se utilizzati per alimentare le attività di progettazione allo scopo di migliorarle, potrebbero permettere di risolvere problemi di prodotto o processo senza necessariamente attendere la diffusione del prodotto sul mercato e il relativo feedback dei clienti. L'impresa, utilizzando l'analisi dei problemi riscontrati dai dati raccolti dall'ambiente produttivo, sarebbe in grado di attuare gli spostamenti procedurali necessari alla risoluzione delle problematiche o al miglioramento del processo di sviluppo prodotto. L'utilizzo dei dati cambia completamente il modo di progettare tradizionalmente utilizzato, introducendo un nuovo paradigma di progettazione, in cui il ruolo dei dati risulta centrale. I team progettuali finalizzavano l'attività di progettazione alla realizzazione del prodotto perfetto in quanto, in seguito alla produzione del prototipo, sarebbero stati necessari ingenti costi per poterlo modificare a causa di eventuali errori. Con l'utilizzo dei dati, è possibile rilevare eventuali problemi sin dalle prime fasi produttive e, inoltre, visualizzare un prototipo virtuale ed effettuare modifiche senza eccessivi costi.

Il presente lavoro di tesi ha l'obiettivo di esplorare e illustrare la nuova teoria paradigmatica del processo di sviluppo prodotto dal lato dell'offerta e comprendere attraverso una analisi esplorativa dei dati provenienti dagli ambienti operativi di una impresa quali sono i problemi di prodotto e/o processo dell'impresa ed eventualmente quali azioni possono essere messe in atto

al fine di risolverli e migliorare la fase di progettazione. Il caso studio preso in esame è una piccola-media impresa del territorio piemontese che realizza macchine per l'imbottigliamento. Ad un periodo iniziale di osservazione, durante il quale sono stati raccolti i dati provenienti dagli ambienti operativi mediante interviste dirette con gli attori aziendali di interesse e collezionati all'interno di una database tabellare di Microsoft Excel, è seguita l'analisi mediante grafici a colonne e a torta, ritenuti maggiormente idonei alla lettura dei risultati, in quanto statistiche descrittive di frequenza. Mediante i grafici sono stati identificati quali sono i problemi di prodotto e processo, quali sono i prodotti che necessitano di interventi progettuali risolutivi, le cause e gli effetti di tali problemi rilevati.

La tesi è stata suddivisa in tre capitoli:

- Il primo capitolo illustra quali sono le caratteristiche dei dati, quale è il loro ciclo di vita, quali sono i vantaggi del loro utilizzo e quali sono le barriere per gli attori che operano in tutti i settori;
- Il secondo capitolo descrive l'azienda presa ad esame come caso studio, le sue caratteristiche, il processo produttivo;
- Il terzo capitolo descrive come sono stati elaborati in un database i dati raccolti e illustra le analisi svolte.

Il seguente lavoro preliminare sarà seguito da analisi di più vasta entità che descrivono nel dettaglio gli aspetti illustrati in questo studio preliminare e integrano gli aspetti di ricerca non inclusi. Questo studio ha lo scopo di mostrare le potenzialità che l'analisi dei dati ha. Tale scelta deriva dalla limitata quantità di dati raccolti, le cui ragioni saranno spiegate successivamente. Dalle analisi descrittive condotte, sono emersi i prodotti maggiormente interessati dai problemi e la fase di progettazione come particolarmente problematica e bisognosa di interventi procedurali. Il processo di sviluppo prodotto può essere, di conseguenza, modellato sulle informazioni raccolte allo scopo di assicurarne il miglioramento.

1. Innovazione e progettazione

L'innovazione è quell'atto o processo di introdurre nuove idee, dispositivi o metodi. Una invenzione, una scoperta avutasi mediante ricerca, viene sviluppata e trasformata in un prodotto commercializzabile e acquistabile sul mercato, assumendo la definizione di "innovazione". Il processo teorico di ricerca, finalizzato all'innovazione, può essere formalizzato mediante il modello lineare, una rappresentazione schematica del processo innovativo. Tale modello suddivide il processo in quattro fasi, ricerca di base, ricerca applicata, fase precompetitiva e post-competitiva dello sviluppo prodotto e si espande in un'unica direzione: il mercato. Al completamento della fase di sviluppo prodotto, si ottiene l'innovazione¹.

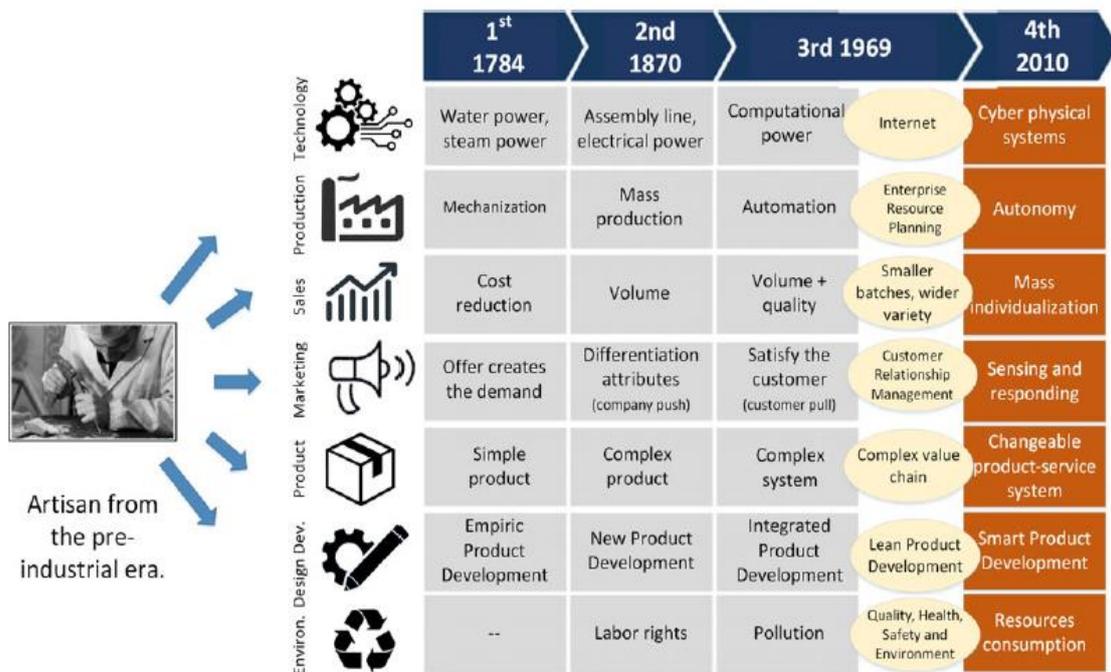


Figura 1.1: Cambiamenti guidati dalle rivoluzioni industriali (Pessoa M., 2020).

Sin dalla prima rivoluzione industriale, le innovazioni hanno guidato il progresso sociale, imprenditoriale e industriale. La prima rivoluzione industriale, cominciata nella seconda metà del Settecento, è stata caratterizzata dallo sviluppo tecnologico nel settore tessile e dall'introduzione della macchina a vapore. Tali innovazioni sono state, però, frutto di scoperte occasionali e individuali. Il processo innovativo è nato e si è diffuso con la seconda rivoluzione industriale. Nella seconda metà dell'Ottocento, infatti, si è sviluppato un processo teorico di ricerca specializzato che si è realizzato in laboratori e università grazie ai finanziamenti ricevuti dagli imprenditori e dai governi, che ha favorito la creazione delle invenzioni avutesi nella seconda

¹ Cantamessa M., Montagna F., "Management of innovation and production development – Integrating business and technological perspectives", London, Springer-Verlag, 2016, pp. 1-7

rivoluzione industriale e che aveva come obiettivo il miglioramento dell'apparato produttivo delle imprese. La terza rivoluzione industriale ha avuto inizio nella seconda metà del Novecento e ha avuto culmine nel primo decennio degli anni Duemila. Una delle più grandi innovazioni del XX secolo è stata il progressivo passaggio dalla tecnologia analogica a quella digitale, che, una volta diffusasi, ha incrementato i livelli di automazione, avvalendosi di sistemi elettronici e dell'*Information technology*². Seppur non sia stata definita una data di inizio, il progresso tecnologico che caratterizza il periodo storico che stiamo vivendo spinge molti ricercatori a definirlo come quarta rivoluzione industriale: è caratterizzata dall'introduzione dei sistemi cyber-fisici e da grandi masse di dati, con conseguenze dirette sulle imprese che si stanno trasformando in Industrie 4.0³ e su tutto il tessuto economico-sociale⁴. Innovazione e processo di sviluppo prodotto sono, quindi, due concetti strettamente legati: la progettazione è una delle attività attraverso cui si ottiene una innovazione, ma allo stesso tempo sono le innovazioni, le nuove scoperte ad alimentare le fasi progettuali affinché si ottengano nuovi prodotti e si sviluppi tutto l'apparato industriale.

Il cambiamento paradigmatico in atto nel processo di sviluppo prodotto è spinto dalla rivoluzione digitale sviluppatasi in seguito all'espansione delle tecnologie digitali. Al centro di tale cambiamento, vi è il grande ammontare di dati prodotti quotidianamente in seguito alla digitalizzazione. Allo scopo di comprendere l'importanza e le implicazioni di tale cambiamento radicale, è necessario illustrare le caratteristiche dei Big Data e le implicazioni dell'utilizzo di tali moli di dati.

1.1. La digitalizzazione e i Big Data

Con l'avvento della digitalizzazione, le imprese hanno cominciato fin da subito ad utilizzare tecniche di analisi dei dati provenienti dalle interazioni del prodotto con il cliente e dai loro sistemi produttivi allo scopo di semplificare il processo decisionale⁵. L'informatizzazione della società e il contestuale rapido sviluppo di potenti strumenti di raccolta e archiviazione dei dati

² *Information technology*, Cambridge dictionary. Con *information technology* si identifica la scienza e l'attività dell'uso di computer e altre apparecchiature elettroniche per archiviare e inviare informazioni

³ Chauhan C., Luthra S., Singh A., "*Barriers to industry 4.0 adoption and its performance implications: An empirical investigation of emerging economy*", in *Journal of cleaner production*, 2020. Con il termine Industria 4.0 si indica l'impresa della nuova era tecnologica, che sfrutta tali nuove tecnologie di connessione per ottenere sistemi produttivi automatizzati e interconnessi, effettuare il monitoraggio in *real time* della linea, ideare nuovi modelli di business.

⁴ Borsa Italiana, "*industria 4.0: la quarta rivoluzione industriale*", 2020, <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/rivoluzione-252.htm>

⁵ Banu A., "*Evolution of Big Data and tools for Big Data analytics*", in *Journal of interdisciplinary cycle research*, ottobre 2020, pp. 311-312

hanno contribuito alla crescita esplosiva del volume dei dati, ulteriormente accentuata, negli ultimi due decenni, dall'utilizzo di internet e dei social network. Centinaia di milioni di dati sono quotidianamente distribuiti mediante una semplice ricerca online. Secondo quanto riportato nell'articolo "*Quanti dati sono generati in un giorno?*" pubblicato nella sezione tecnologia de "Il Sole 24 ore", «Ogni giorno vengono pubblicati 500 milioni di tweet. Vengono inviate 294 miliardi di mail. E quattro petabytes di dati sono creati solo da Facebook. Senza contare che su WhatsApp si stimano 65 miliardi di messaggi»⁶. Le nuove fonti di dati, le tecniche e gli strumenti sono supportati dalle infrastrutture tecnologiche: la crescente penetrazione degli accessi in fibra ottica e banda ultra-larga, la maggiore copertura con connettività di rete 4G hanno contribuito all'aumento del numero di device, abitazioni e imprese connesse con la conseguente crescita del traffico dati su smartphone, tablet, pc domestici e negli ambienti produttivi. Inoltre, lo sviluppo delle nuove reti 5G e la pervasività dell'*Internet of things*, faranno aumentare in tempi brevissimi il numero di apparati connessi con un aumento notevole di dati raccolti in *real time*⁷. L'enorme quantità di dati, provenienti dal mondo digitale e in continua crescita, mette sempre più alla prova ricercatori, studiosi e sviluppatori. Si tratta non solo di indagare nuovi modi per interpretare i dati, ma anche di analizzarli e archivarli in modo nuovo, il più possibile sviluppato e adeguato rispetto agli strumenti tradizionali, precedenti all'era della digitalizzazione⁸.

1.1.1. I Big Data

Quando si ha un dataset talmente grande da richiedere strumenti non convenzionali per estrapolare, gestire e processare informazioni in tempi ragionevoli, si parla di Big Data⁹. Sebbene quando si parli di Big Data, all'interno del contesto industriale e produttivo, si faccia spesso riferimento ai dati raccolti dal cliente, anche i dati raccolti internamente lungo tutto il processo produttivo, dall'approvvigionamento delle materie prime sino al prodotto finito, nel controllo qualità e nella manutenzione predittiva, rispettano le caratteristiche proprie dei Big Data e possono essere considerati come tali. Nel 2001, Doug Laney, allora vicepresidente dell'azienda

⁶ Tremolada L., "*Quanti dati sono generati in un giorno?*", Il Sole 24 ore, sezione Tecnologia-Infodata, 2019, https://www.infodata.ilsole24ore.com/2019/05/14/quant-dati-sono-generati-in-un-giorno/?refresh_ce=1

⁷ Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM), Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato (AGCM), Garante per la Protezione dei Dati Personali (GPDP), "*Indagine conoscitiva sui Big Data*", febbraio 2020, pp. 42-44

⁸ Banu A., "*Evolution of Big Data and tools for Big Data analytics*", in Journal of interdisciplinary cycle research, ottobre 2020, pp. 311-312

⁹ *Big Data*, Assoknowledge, <http://www.assoknowledge.org/knowledge-tank/big-data>

META Group, all'interno di un report descrive i Big Data attraverso il modello delle 3V: volume, velocità e varietà¹⁰.

Con il termine volume si fa riferimento esplicito alla dimensione del fenomeno, ossia al grande ammontare di dati oggi disponibili e sviluppatosi con l'informatizzazione. Tutte le stime realizzate allo scopo di conoscere l'ammontare di dati presentano risultati differenti. Tuttavia, tutte queste statistiche sono indice di una crescita esponenziale dei dati negli anni e tendenze e trend crescenti, che non accennano ad arrestarsi. Ne consegue sia impossibile conoscere con esattezza l'ammontare di dati. Un indice di tale caratteristica può essere ottenuto guardando all'unità di misura. Secondo quanto riportato in uno studio di ricerca dell'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni del 2018, la grandezza attualmente raggiunta è lo *zettabyte* (circa 1 miliardo di terabytes), che corrisponde a una capacità di archiviazione pari a una pila composta da 250 miliardi di DVD. Inoltre, secondo le stime dell'*International Data Corporation* (IDC), prima società mondiale specializzata in ricerche di mercato, servizi di consulenza e organizzazione di eventi nei settori ICT e dell'innovazione digitale, riportate nel report, nel 2025 «si prevede una massa di dati di ammontare pari a 163 *zettabyte*, con una crescita del volume di circa dieci volte rispetto a quello registrato nel 2016»¹¹.

La caratteristica velocità fa riferimento alla rapidità con cui i dati vengono generati, ma anche alla rapidità con cui il flusso di dati viene processato. Il continuo progresso tecnologico ha fornito gli strumenti necessari per il raggiungimento di tale obiettivo, ma sono richieste competenze e infrastrutture assai sofisticate¹².

I Big Data assumono la forma di messaggi, aggiornamenti, immagini e video postati sui social network, di segnali GPS emessi dai telefoni cellulari e altro ancora. Le reti di telecomunicazione trasportano quotidianamente diversi petabyte di traffico dati. Il settore sanitario genera migliaia di dati dalle cartelle cliniche e dagli esami dei pazienti. I motori di ricerca elaborano altrettante quantità di dati derivanti dalle ricerche sul Web e le imprese rilevano dati mediante le letture dei sensori dei macchinari produttivi e il monitoraggio della produzione. L'elenco delle fonti che generano traffico dati è infinito e molte di queste sono relativamente nuove¹³. Molte delle fonti più importanti di Big Data forniscono dati strutturati, non strutturati

¹⁰ Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM), “*Interim report sui Big Data*”, 2018, pp. 6-9

¹¹ *Ibidem*

¹² Autorità per le garanzie nelle comunicazioni (AGCOM), “*Interim report sui Big Data*”, 2018, pp. 11-12

¹³ McAfee A., Brynjolfsson E. (2012), “*Big Data: la rivoluzione manageriale*”, Harvard business review italia, 2012, <https://www.hbritalia.it/ottobre-2012/2012/10/01/pdf/big-data-la-rivoluzione-manageriale-14550/>

e semi-strutturati¹⁴. La varietà fa, infatti, riferimento all'eterogeneità dei dati nelle fonti e nei formati. VI è grande difficoltà per le imprese nella gestione di tale eterogeneità. Le organizzazioni devono cercare nuovi approcci, tecniche di analisi e soluzioni per gestire tali dati, aggravate dall'esponenziale crescita di quantità di dati non strutturati prodotti, che per loro natura non possono essere elaborati in modo efficiente. I database utilizzati fin ora sono ormai inadeguati¹⁵. Il vantaggio, però, è la progressiva diminuzione dei costi richiesti per archiviare, memorizzare e processare i dati, cioè degli elementi necessari all'elaborazione informatica¹⁶.

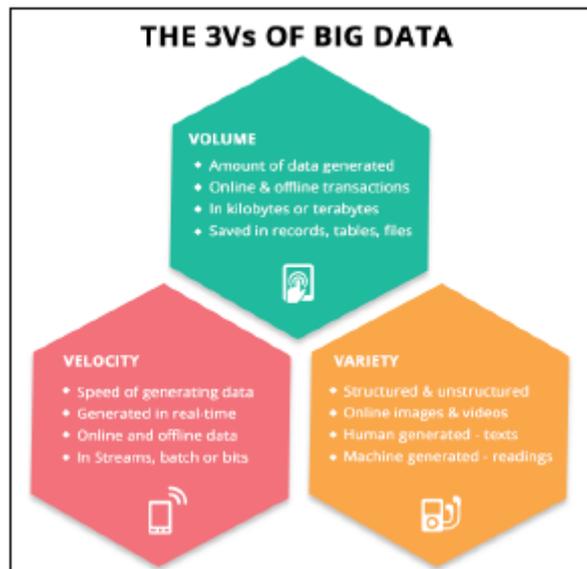


Figura 1.2: Modello delle 3V dei Big Data (Banu A., 2020).

Tale modello delle 3V non è oggi in grado di spiegare il fenomeno dei Big Data. Con il passare degli anni sono nati nuovi modelli, che aggiungevano al modello base delle 3V altre caratteristiche: sono stati sviluppati i modelli a 5V, 7V, fino ad arrivare anche a 42V, nel quale, però, sono state evidenziate sempre più caratteristiche di nicchia. Due di queste caratteristiche meritano di essere citate, il valore e la veridicità. Rispettivamente, si fa riferimento alla capacità di estrarre valore economico per le imprese e organizzazioni e, più in generale, di sfruttare i dati per accrescere il benessere sociale e alla credibilità che tali moli di dati hanno per i soggetti che li pongono a fondamento delle loro scelte. Il modello delle V con le sue dimensioni conferma che il fenomeno dei Big Data, per cui è prevista una crescita del mercato che raggiungerà

¹⁴ Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM), “*Interim report sui Big Data*”, 2018, pp. 9-10. I dati semi-strutturati sono dati al cui interno possono essere individuate informazioni strutturate, ma la cui restante parte è costituita da informazioni non strutturate.

¹⁵ *Ibidem*

¹⁶ Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM), Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato (AGCM), Garante per la Protezione dei Dati Personali (GPDP), “*Indagine conoscitiva sui Big Data*”, 2020, pp.

circa 273 miliardi nel 2023, è estremamente complesso, con opportunità, rischi e sfide da affrontare per tutti i soggetti coinvolti^{17,18}.

1.1.2. La catena del valore dei dati

Affinché possa essere utilizzato, il dato passa attraverso una catena del valore nelle cui fasi vengono riconosciute diverse fonti di complessità., ma che permette di modellare il sistema dei Big Data allo scopo di accrescere il valore di partenza del dato e generare conoscenza. Il ciclo di vita dei dati può essere definito in cinque fasi:

- la fase iniziale di acquisizione comprende le attività di raccolta, pulizia dei dati duplicati e inconsistenti e aggregazione dei dati provenienti dalle diverse fonti;
- la conservazione abbraccia le attività di lavorazione per lo stoccaggio;
- la preparazione racchiude le operazioni di selezione e trasformazione affinché questi siano utilizzabili;
- l'analisi include analisi descrittive, predittive, applicazioni di algoritmi e altri strumenti e metodi volti ad estrarre conoscenza ad alto valore dai dati;
- l'immagazzinamento dei risultati ottenuti;
- l'utilizzo.

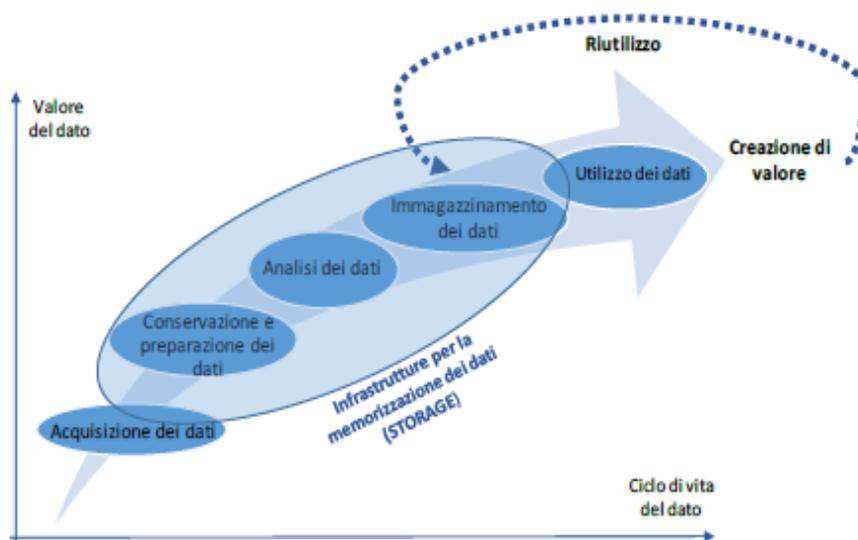


Figura 1.3: Fasi del ciclo di vita del dato (AGCOM, 2018).

Caratteristica peculiare dei dati rispetto alle altre risorse di una impresa, è la possibilità di poter riutilizzare infinite volte l'informazione una volta elaborata all'interno di tale processo: i dati

¹⁷ Newman D., "Why the future of Data Analytics is perspective analytics", Forbes, 2020, <https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2020/01/02/why-the-future-of-data-analytics-is-prescriptive-analytics/?sh=79b5c2cd6598>

¹⁸ Autorità per le garanzie nelle comunicazioni (AGCOM), "Interim report sui Big Data", 2018, pp. 12-13

sono risorse la cui utilità non decade nel corso del tempo e con l'utilizzo¹⁹.

I dati vengono acquisiti mediante i dispositivi utilizzati nella generazione stessa. Affinché l'impresa sia in grado di conservarli, è fondamentale la propria capacità di memorizzazione. La memorizzazione è quel processo con cui avviene il trasferimento dalla fonte che ha generato i dati alle memorie in cui vengono conservati. Sforzi finanziari e investimenti sono richiesti al fine di implementare sistemi dotati di memorie capienti e altamente efficienti, che riducono al minimo i tempi di acquisizione e la latenza del sistema nell'accesso e nei trasferimenti. Lo sviluppo tecnologico ha fortemente ridotto i costi per le memorie con notevole risparmio per le imprese. Le grandi organizzazioni utilizzano per la memorizzazione dei dati i database distribuiti, in quanto consentono di avere un sistema dotato di forte duttilità da cui dipendono la velocità e l'efficienza dell'impresa nell'aver accesso ai dati e nel loro utilizzo nei processi decisionali che li coinvolgono. I dati sono distribuiti su memorie di massa di diversi computer considerati nodi della rete dell'organizzazione, evitando i rallentamenti nelle query²⁰ provocati dal traffico di dati concentrato verso un singolo punto che rendono il sistema vulnerabile. I sistemi hardware che utilizzano una sola componente non sono più sufficienti con la crescita del volume e della varietà dei dati. È necessario, però, che il sistema sia sempre aggiornato, ma soprattutto integrato, con il rischio, se così non fosse, di anomalie nell'aggiornamento dei dati e/o duplicazioni che possono causare distorsioni nelle analisi condotte²¹.

Nelle fasi intermedie di conservazione e successiva interrogazione, analisi e immagazzinamento, volume, varietà e velocità sono i driver che guidano la scelta dei software e delle dotazioni aziendali, allo scopo di avere capacità elaborativa sufficiente alla trasformazione, modellizzazione e sintetizzazione dei dati che portino alla luce evidenze e risultati. La fase di analisi volta ad evidenziare informazioni preziose e trasformarle in conoscenza organizzata è anche definita come *data mining*. Spesso con questo termine ci riferisce a tutto il processo di lavorazione dei dati, in quanto il fine ultimo è lo stesso^{22,23}.

¹⁹ Autorità per le garanzie nelle comunicazioni (AGCOM), “*Interim report sui Big Data*”, 2018, pp. 16-19

²⁰ *Query*, Enciclopedia Treccani, <https://www.treccani.it/vocabolario/query/>. Con il termine query si indica l'interrogazione che l'utente di un sistema informatico o di una rete telematica fa al sistema o a un database alla ricerca di una specifica informazione.

²¹ Autorità per le garanzie nelle comunicazioni (AGCOM), “*Interim report sui Big Data*”, 2018, pp. 16-19

²² *Ibidem*

²³ Han J., Kamber M., Pei J., “*Data mining, concepts and techniques*”, Third edition, Elsevier, 2012, pp. 1-8

1.1.3. I vantaggi e le sfide da affrontare

Il successo di una impresa dipende dalla propria strategia, dalle risorse possedute e da come queste vengono integrate con le nuove tecnologie nel regolare il proprio processo operativo²⁴. La diffusione della digitalizzazione, la disponibilità di un enorme quantitativo di informazioni, la diffusione delle tecnologie mobili, delle soluzioni cloud, l'economia della condivisione, sono alla base della rapida e continua ridefinizione dei modelli produttivi e imprenditoriali. La trasformazione digitale è un elemento centrale su cui le imprese puntano attraverso la diffusione delle competenze, l'investimento in ricerca e sviluppo, nelle infrastrutture di connettività e *data center* e la creazione di nuove routine organizzative, in grado sfruttare le nuove conoscenze acquisite²⁵. Con la progressiva digitalizzazione delle attività di una impresa, nascono nuove fonti di informazioni e nuove macchine produttive dotate di innumerevoli sensori che sono in grado di rendere disponibili all'impresa masse di informazioni su qualsiasi argomento a cui essa possa essere interessata²⁶. La possibilità di poter conservare enormi quantità di dati digitalizzati, anche su servizi cloud, ha permesso la consultazione di questi in qualsiasi momento e luogo, semplificando la condivisione delle informazioni all'interno dell'ambiente operativo aziendale. Lo sfruttamento di enormi flussi informativi può migliorare radicalmente le performance e ridurre fortemente i costi di produzione, traducendo le conoscenze acquisite mediante i *Big Data* in processi decisionali più efficaci e rigorosi²⁷. Di conseguenza, le imprese non si fanno più guidare nelle loro scelte da dati previsionali e dall'esperienza dei top managers, bensì da dati reali e dalle analisi fatte su di essi. Tale approccio operativo viene definito come *data-driven*. L'industria 4.0 e l'approccio *data-driven* supportano l'allocazione efficiente delle risorse mediante l'utilizzo dei dati in tempo reale e consentono di incontrare i requisiti di mercato, focalizzando l'impresa sulle competenze core e riducendo le distorsioni informative, i tempi di sviluppo prodotto e successiva immissione sul mercato²⁸. I metodi e gli strumenti odierni permettono di analizzare i dati estraendone la conoscenza incorporata al loro interno e arricchendoli di informazioni utili alle scelte dei managers e degli altri decisori agli alti livelli delle imprese,

²⁴ Chauhan C., Luthra S., Singh A., "Barriers to industry 4.0 adoption and its performance implications: An empirical investigation of emerging economy", in Journal of cleaner production, 2020, pp. 1-5

²⁵ Poggiani A., Tedeschi G., "La trasformazione digitale come matrice di crescita", in Looking forward – La trasformazione digitale, supplemento allegato al n° 12/2014 dell'Harvard business review Italia, 2014, 3-5

²⁶ McAfee A., Brynjolfsson E., "Big Data: la rivoluzione manageriale", Harvard business review italia, 2012, <https://www.hbritalia.it/ottobre-2012/2012/10/01/pdf/big-data-la-rivoluzione-manageriale-14550/>

²⁷ Almeida Fernando L. F., "Benefits, Challenges and Tools of Big Data Management", in Journal of Systems Integration, 2017, pp. 12-13

²⁸ Chauhan C., Luthra S., Singh A., "Barriers to industry 4.0 adoption and its performance implications: An empirical investigation of emerging economy", in Journal of cleaner production, 2020, pp. 1-5

aumentandone le performance. Tale ipotesi è stata testata da differenti ricerche. Quella condotta dal MIT Center for Digital Business, in collaborazione con l'ufficio *business technology* della McKinsey e altre figure professionali, ha coperto 330 aziende nordamericane quotate in borsa, raccogliendo dati sui loro modelli organizzativi e gestionali e sugli indici di performance annuali. Dalla ricerca emerge chiaramente che vi è una correlazione positiva tra le imprese che si fanno guidare dai dati e i loro risultati operativi e finanziari²⁹.

Le barriere che si frappongono tra le imprese e il loro successo sono, però, ancora molte. Integrazione, manipolazione, qualità e governance dei Big Data sono i fattori chiave per la realizzazione di una soluzione gestionale dei dati che renda l'impresa maggiormente competitiva e le permetta di avere una offerta di beni e servizi di miglior qualità per clienti e utenti³⁰.

Interoperabilità, sistemi decentralizzati, applicazioni virtuali, monitoraggio in tempo reale delle operazioni, produzioni modulari sono i principi della digitalizzazione e dello sviluppo delle industrie 4.0 che li sfruttano allo scopo di ottenere modelli di business, processi e prodotti migliori. Tutto ciò, però, espone a problemi nella gestione dell'impresa e del processo di trattamento dei dati, nella richiesta di forza lavoro altamente qualificata, nella ricerca di nuovi modelli di business, nel garantire la sicurezza e riservatezza delle informazioni. Gli aspetti positivi delle nuove tecnologie e della gestione dei dati non possono essere ottenuti senza una corretta gestione delle difficoltà e delle sfide che le imprese devono affrontare: solo con una corretta gestione delle barriere l'impresa può soddisfare le aspettative dei clienti creando prodotti di migliore qualità e aumentando l'efficacia della supply chain. La comprensione e la mitigazione delle barriere è fondamentale per avere successo nell'implementazione delle tecnologie digitali che i managers utilizzano costruendo una visione strategica dell'impresa che consente il miglioramento delle performance³¹. Quanto appena illustrato spinge a ritenere che la digitalizzazione possa essere considerata, per produttori e organizzazioni, una innovazione radicale e *competence destroying*: vi sono stati cambiamenti nelle catene del valore delle imprese, nelle competenze richieste, dal punto vista sociale e comportamentale³².

²⁹ McAfee A., Brynjolfsson E., “*Big Data: la rivoluzione manageriale*”, Harvard business review italia, 2012, <https://www.hbritalia.it/ottobre-2012/2012/10/01/pdf/big-data-la-rivoluzione-manageriale-14550/>

³⁰ Almeida Fernando L. F., “*Benefits, Challenges and Tools of Big Data Management*”, in Journal of Systems Integration, 2017, pp. 12-13

³¹ Chauhan C., Luthra S., Singh A., “*Barriers to industry 4.0 adoption and its performance implications: An empirical investigation of emerging economy*”, in Journal of cleaner production, 2020, pp. 1-5

³² Cantamessa M., Montagna F., Altavilla S., Casagrande-Seretti A., “*Data-driven design: the new challenges of digitalization on product design and development*”, in Design Science, Cambridge university press, 2020, pp. 4-5

Il processo decisionale

I dati sono di notevole supporto al processo decisionale. Si tratta di un approccio innovativo che assegna ai dati il ruolo di guida nel verificare le ipotesi teoriche fatte, nell'esplorare nuovi scenari e ricavare nuove teorie. Non è più necessaria una comprensione preliminare del fenomeno: le scelte sono guidate dai fatti senza l'esigenza di doverne comprendere gli aspetti causali. Un'impresa può decidere di variare l'aspetto del proprio prodotto sulla base delle correlazioni tra i dati, senza il bisogno di dover studiare il motivo per il quale il consumatore preferisce un determinato aspetto del prodotto rispetto ad un altro. Inoltre, le decisioni adottate possono essere monitorate, allo scopo di verificarne la correttezza ed i vantaggi, analizzando i dati. Ne scaturisce un processo iterativo in cui i dati costituiscono sia feedback per decisioni già prese, sia input per le nuove scelte da fare. Il flusso di informazioni in tempo reale consente ai manager di adeguare i processi aziendali in modo rapido rispetto alle variazioni delle performance dell'impresa e dei cambiamenti di mercato, accorciando notevolmente i tempi di risposta. Accade spesso, però, che i dati non vengano utilizzati per semplificare e supportare il processo decisionale, bensì per sostenere decisioni già prese con approccio tradizionale basato sull'esperienza e sull'intuizione del decisore. Le scelte decisionali, nelle ere precedenti la rivoluzione digitali, si fondavano su piani annuali e dati previsionali, ad elevato contenuto incerto. L'organizzazione aziendale era alla base del processo decisionale aziendale, le scelte erano sostenute da chi aveva maggior potere e si trovava al livello maggiormente alto dell'organizzazione. Risulta critico per una impresa cambiare il processo decisionale e tale visione, ulteriormente aggravata dalla complessità di riuscire ad ottenere una gestione dei dati che fornisca dati completi, accurati e in modo tempestivo allo scopo di prendere decisioni altrettanto accurate e tempestive^{33, 34}.

Infrastrutture e strumenti di analisi

Con l'evoluzione della tecnologia, si sono resi necessari modi maggiormente veloci ed efficienti per analizzare i dati. Le imprese si scontrano con la difficoltà di dover gestire le grandi masse di dati, di sviluppare una procedura sistematizzata che permetta di raccogliarli e interpretarli nel modo corretto e la necessità di reperire i fondi indispensabili per gli investimenti

³³ Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM), Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato (AGCM), Garante per la Protezione dei Dati Personali (GPDP), "*Indagine conoscitiva sui Big Data*", 2020, pp. 8-22

³⁴ Trombetta S., Chiadò C., Collina L., Giordano L., "*Verso un'organizzazione digitally skilled*", in Looking forward – La trasformazione digitale, supplemento allegato al n° 12/2014 dell'Harvard business review Italia, 2014, pp- 29-36

infrastrutturali. Ci sono oggi terabytes di dati che richiedono molto tempo per essere caricati e cambiano altrettanto velocemente rendendo complesso il loro uso, il loro immagazzinamento e la loro successiva estrazione, causando non soltanto problemi di capacità, ma anche di prestazioni. I modelli informatici di calcolo in grado di assolvere a questo compito coinvolgono sia risorse di tipo hardware sia risorse di tipo software, sottolineando ancora una volta quanto siano fondamentali le infrastrutture. La ricerca di nuovi strumenti e metodi allo scopo di estrarre informazioni significative e preziose da queste nuove fonti viene definita come *Big Data Analytics*. Il focus è la ricerca di nuovi algoritmi e l'esplorazione dei metodi tradizionali, quali l'albero delle decisioni o altre tecniche di *data mining*, da sviluppare allo scopo di essere efficienti anche su set di dati di grandi dimensioni³⁵.

I tipi di algoritmi che possono essere utilizzati sono di due differenti tipologie: algoritmi di interrogazione e algoritmi di apprendimento. Gli algoritmi di interrogazione rispondono ad una specifica richiesta dell'utente: si può richiedere di estrarre tutti gli acquirenti di un determinato sesso e una determinata fascia di età allo scopo di comprendere quale è il prodotto maggiormente venduto tra la popolazione con questi criteri. Gli algoritmi di apprendimento si avvalgono di avanzate tecniche, quali il machine learning, allo scopo di estrarre nuova conoscenza. Caratteristica principale di questi algoritmi è la loro crescente accuratezza e precisione: le nuove scoperte conoscitive sono sfruttate allo scopo di ottimizzare questi algoritmi rendendoli maggiormente precisi ed esatti. L'implementazione di questi nuovi algoritmi rappresenta una importante innovazione nel processo di estrazione della conoscenza rispetto all'approccio classico ipotesi, modello ed esperimento. Tradizionalmente, si individuavano delle ipotesi e una tesi da testare mediante analisi causale. Tali sofisticati algoritmi, invece, permettono di ottenere predizioni e azioni da intraprendere cercando legami tra le variabili e identificando pattern in grado di trasformare la conoscenza scoperta in azioni concrete che portano l'impresa all'acquisizione di vantaggio competitivo. Ciò ha condotto all'affermazione delle analisi delle correlazioni in quanto mediante tali analisi sono i dati stessi a fornire la tesi³⁶. Il problema principale di questo approccio basato sulle correlazioni è che maggiori sono i volumi e la varietà dei dati, maggiore è la probabilità di ottenere correlazioni che non sono veritiere, ma casuali e non rappresentano nel modo corretto la realtà, mettendo in dubbio la veridicità dei dati. Ne consegue che possono

³⁵ Banu A., 2020, "Evolution of Big Data and tools for Big Data analytics", pp. 309-316

³⁶ Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM), Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato (AGCM), Garante per la Protezione dei Dati Personali (GPDP),), "Indagine conoscitiva sui Big Data", 2020, pp. 8-22

essere date interpretazioni dei dati errate se si fondano le analisi esclusivamente sulle correlazioni³⁷.

Man mano che intelligenza artificiale e *machine learning* continuano ad evolvere, vengono migliorati anche gli strumenti di *Big Data analytics*. Continuano, contestualmente, a cambiare anche le tipologie di raccolta dati sui propri clienti, prodotti e sistemi produttivi. Le analisi, inizialmente, condotte erano analisi descrittive e, quindi, perlopiù volte alla descrizione del cliente, delle interazioni con il prodotto e dello stato, in termini di produttività ed efficienza, della linea produttiva. Tali analisi portavano alla produzione di rapporti mensili sulle vendite, alla redazione di rapporti sull'efficienza del processo produttivo, ecc.

Oggi, le informazioni raccolte sono analizzate allo scopo di trarne insegnamenti predittivi e prescrittivi. Le analisi predittive consentono di scoprire e determinare con un certo grado di incertezza cosa accadrà all'impresa, quanto sarà venduto il nuovo prodotto, quale sarà la crescita dell'impresa, quale sarà il suo fatturato, quale sarà la profilazione del cliente interessato e, di conseguenza, quale strategia di marketing utilizzare. Le analisi prescrittive si spingono ulteriormente, fornendo informazioni su cosa accadrà all'impresa e consigliando le azioni da intraprendere affinché ciò avvenga in modo efficiente e ottimizzato. Le differenti tipologie di analisi e raccolta dati illustrate hanno complessità crescente, ma sono tutte ugualmente importanti, in quanto ciascuna ha un diverso obiettivo³⁸. Google, Apple, Facebook, Amazon sono stati i primi a sviluppare gli algoritmi di analisi: si distinguono, infatti, per i notevoli investimenti in questo settore e dispongono di enormi quantità di dati utilizzabili allo scopo di analisi. Queste sono le ragioni per cui godono di un vantaggio rispetto alle imprese che adottano un approccio tradizionale. Queste imprese innovano e migliorano costantemente le loro capacità, investendo in risorse qualificate, software computazionali efficienti e persino startup innovative specializzate nel settore. Inoltre, sfruttano queste loro capacità non soltanto internamente, ma anche fornendo tali servizi in outsourcing ad altre imprese che li necessitano, aggiudicandosi il titolo di "colossi dei dati"³⁹.

È, inoltre, di notevole importanza insieme ai sistemi di raccolta e integrazione dei dati, la *data visualization*: la rappresentazione grafica dei dati e delle informazioni. Vi sono software specifici, quali Microsoft Power BI, Tableau, che aiutano nella creazione di report aziendali e

³⁷ Autorità per le garanzie nelle comunicazioni (AGCOM), "Interim report sui Big Data", 2018, pp. 14-15

³⁸ Newman D., *ibidem*, Forbes, 2020, <https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2020/01/02/why-the-future-of-data-analytics-is-prescriptive-analytics/?sh=79b5c2cd6598>

³⁹ Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM), Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato (AGCM), Garante per la Protezione dei Dati Personali (GPDP), "Indagine conoscitiva sui Big Data", 2020, pp. 8-22

che permettono di avere una visualizzazione interattiva e d'insieme delle informazioni. Il reporting permette di identificare le modifiche e i miglioramenti di prodotto necessari e comprendere quali sono i fattori chiave del processo produttivo, mediante rappresentazioni dei dati che sono facilmente e velocemente comprensibili e condivisibili da tutti i lavoratori aziendali. È utilizzato in tutti i reparti aziendali per tracciare le prestazioni della funzione operativa attraverso *Key Performance Indicator* (KPI) prestabiliti. Il processo di selezione dei dati, del controllo della qualità è importante per l'affidabilità dell'informazioni visualizzate e utilizzate nei processi decisionali aziendali. Dati, immagini, grafici e trends devono essere messi insieme per ottenere una panoramica dei dati disponibili e degli output ottenuti dalle analisi che evidenzino le informazioni utili per l'impresa. Gli occhi umani sono attratti dai colori, dalle forme, perciò, la *data visualization* viene da molti considerata come una vera e propria forma d'arte visiva, che ha lo scopo di attirare e catturare l'interesse dell'utente sul messaggio che sta cercando di trasmettere⁴⁰.

Nuove competenze e ruoli professionali

Affinché i dati siano fonte di vantaggio per l'impresa, è necessario lo sviluppo di nuove competenze e routine a tutti i livelli organizzativi e la ricerca di nuove figure professionali che le possiedono. È richiesto un set di competenze nuove per la maggior parte dei reparti IT delle imprese, che devono lavorare al fine di integrare tutte le fonti interne ed esterne di dati, di rendere i dati in formati strutturati per poter essere utilizzati e trovare strumenti e tecniche di visualizzazione che li rendano di facile comprensione. Questo per ovviare al problema dei dati disponibili che sono, invece, destrutturati, in quanto non organizzati in un database e difficili da gestire. A rallentare l'adozione delle nuove tecnologie all'interno delle imprese sono proprio le lacune in termini di competenze richieste e l'incapacità delle imprese di attrarre talenti. Le competenze tecniche maggiormente richieste, in riferimento alle figure più avanti menzionate, sono la conoscenza di linguaggi di programmazione (Python, Javascript, ecc.), la capacità di implementare algoritmi di machine learning, di comunicare e presentare i risultati delle analisi dei dati ai lavoratori dell'ambito business, di produrre reportistica efficace e di individuare pattern e correlazioni in grandi moli di dati mediante strumenti quali Excel e MySQL. Sono, inoltre, sempre più richieste competenze inter-funzionali e soft skills, quali l'apprendimento attivo, la resilienza, la tolleranza allo stress e la flessibilità, cioè competenze trasversali che permettono l'adattamento a qualsiasi contesto aziendale. Per sopperire alla mancanza di competenze

⁴⁰ The Information Lab, 2020, <https://www.theinformationlab.it/2020/03/26/cose-la-data-visualization-e-perche-aiuta-a-comunicare-i-dati/>

tecniche, le imprese agiscono ricercando professionisti all'esterno e formando personale internamente mediante la riqualificazione delle loro competenze⁴¹.

I nuovi ruoli professionali richiesti sono, quindi, *data analyst*, *data scientist*, cioè professionisti in grado di aiutare i leader aziendali a riformulare i propri problemi strategici in modo da affrontarli con il supporto dei Big Data. Un analista è un professionista con competenze multidisciplinari, quali la gestione dei dati, i metodi scientifici, la statistica, l'informatica avanzata. I detentori di queste competenze sono difficili da reperire e molto richiesti, diventando figure professionali ad alto potenziale di crescita in questo secolo. Le istituzioni formative svolgono, perciò, un ruolo fondamentale nella formazione di queste figure. Il report "*The future of jobs*" pubblicato lo scorso ottobre dal *World economic forum* è frutto di una indagine di mercato in cui l'ente tenta di mappare le nuove figure professionali richieste nei prossimi cinque anni. L'indagine, che integra i dati di un questionario a quelli provenienti da fonti private, si propone di tracciare quale è il grado di adozione della tecnologia tra le imprese coniugandolo ai nuovi requisiti di lavoro, con lo scopo di ottenere una panoramica completa delle tendenze in atto sul mercato del lavoro e definire nuove strategie che migliorino il mercato stesso. Le stime realizzate per gli anni dal 2020 al 2025 riportano che lo sviluppo tecnologico, l'automazione e la divisione tra uomo e macchina hanno causato la sparizione di circa 85 milioni posti di lavoro. Allo stesso tempo sono circa 97 milioni i nuovi posti di lavoro emergenti attraverso i 15 settori diversi e le 26 economie che lo studio descritto nel report ha coperto, a dimostrazione che la "distruzione" di lavoro è bilanciata dalla creazione di nuovi ruoli in nuovi campi lavorativi. La storia, infatti, insegna che lo spiazzamento dei posti di lavoro è solo una condizione temporanea.

Le nuove professioni ricercate che vedono la loro domanda crescere sono proprio quelle del *data analysts* e del *data scientists*, ma anche specialisti AI e machine learning, sviluppatori software e applicazioni, specialisti IoT, *information security analysts* e altri ancora che riflettono l'accelerazione tecnologica in atto^{42,43}.

⁴¹ World Economic Forum (WEF), "*The future of jobs report*", 2020, pp. 26-39

⁴² *Ibidem*

⁴³ Cantamessa M., Montagna F., "*Management of innovation and production development – Integrating business and technological perspectives*", London, Springer-Verlag, 2016, pp. 12-14

➤ Increasing demand		➤ Decreasing demand	
1	Data Analysts and Scientists	1	Data Entry Clerks
2	AI and Machine Learning Specialists	2	Administrative and Executive Secretaries
3	Big Data Specialists	3	Accounting, Bookkeeping and Payroll Clerks
4	Digital Marketing and Strategy Specialists	4	Accountants and Auditors
5	Process Automation Specialists	5	Assembly and Factory Workers
6	Business Development Professionals	6	Business Services and Administration Managers
7	Digital Transformation Specialists	7	Client Information and Customer Service Workers
8	Information Security Analysts	8	General and Operations Managers
9	Software and Applications Developers	9	Mechanics and Machinery Repairers
10	Internet of Things Specialists	10	Material-Recording and Stock-Keeping Clerks
11	Project Managers	11	Financial Analysts
12	Business Services and Administration Managers	12	Postal Service Clerks
13	Database and Network Professionals	13	Sales Rep., Wholesale and Manuf., Tech. and Sci.Products
14	Robotics Engineers	14	Relationship Managers
15	Strategic Advisors	15	Bank Tellers and Related Clerks
16	Management and Organization Analysts	16	Door-To-Door Sales, News and Street Vendors
17	FinTech Engineers	17	Electronics and Telecoms Installers and Repairers
18	Mechanics and Machinery Repairers	18	Human Resources Specialists
19	Organizational Development Specialists	19	Training and Development Specialists
20	Risk Management Specialists	20	Construction Laborers

Figura 1.4: Top 20 ruoli professionali con domanda in crescita e decrescita. (WEF, 2020).

La protezione e la sicurezza dei dati

Alcune delle figure professionali e delle competenze maggiormente ricercate sono quelle che si occupano della cybersecurity aziendale e della *data protection*.

Cisco definisce la cybersecurity come l'insieme di azioni volte alla protezione dei sistemi, delle reti e dei programmi dagli attacchi digitali che hanno l'obiettivo di avere accesso e distruggere informazioni sensibili e interrompere il normale svolgersi dei processi aziendali⁴⁴. I rischi di sicurezza dei dati prodotti nell'ambiente aziendale sono legati ai sistemi cloud, all'autenticazione e alla rete⁴⁵. La minaccia che esterni possano accedere ai sistemi cloud e possano divulgare dati sensibili è alta e l'impresa deve essere in grado di tutelarsi garantendo la riservatezza di questi dati mediante risorse umane e tecnologiche, figure professionali competenti e software. Inoltre, tutti i dipendenti aziendali hanno accesso ai sistemi informatici, con la conseguenza diretta che le imprese devono investire nella formazione del personale aziendale, affinché questi ultimi siano attenti e responsabili.

La *data protection*, invece, è la tutela della riservatezza dei dati dei clienti. I governi intervengono per regolamentare le imprese che devono rivedere i propri processi interni per

⁴⁴ Cisco, "Cos'è la cybersecurity?", https://www.cisco.com/c/it_it/products/security/what-is-cybersecurity.html

⁴⁵ Almeida Fernando L. F., "Benefits, Challenges and Tools of Big Data Management", in Journal of Systems Integration, 2017, pp. 16-17

rispettare le normative imposte. La normativa europea sulla protezione dei dati è dettata dal Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (GPDR) n°2016/679, entrato in vigore il 25 maggio 2018. La commissione europea con questo regolamento tenta di garantire la protezione dei dati dei cittadini UE raccolti dalle imprese attraverso normative maggiormente rigorose e rigide. Tutte le imprese, multinazionali e le piccole-media imprese, di seguito PMI, sono tenute a rispettare il regolamento nei loro processi aziendali, pena sanzioni severe in caso di violazione. L’approccio del regolamento pone al centro l’utente ed è legato al concetto di “*privacy by design*”: ciascun progetto dell’impresa deve garantire la riservatezza dei dati personali dell’individuo sin dalle fasi iniziali di progettazione. Tale obiettivo, come accade per la cybersecurity, è raggiungibile soltanto attraverso l’assunzione di personale altamente qualificato in materia e la formazione dell’organico interno aziendale con ruoli e responsabilità specifiche. Le aziende introdurranno, quindi, nuove figure come il *security administrator*, il *security engineer* con competenze specifiche⁴⁶.

Da un sondaggio condotto dall’Osservatorio Cybersecurity & Data Protection della School of Management del Politecnico di Milano, emerge, però, che grande spinta si sia avuta nel 2020 in questa direzione in seguito alla pandemia da Covid19, periodo storico durante il quale questo lavoro di ricerca è stato elaborato. «La diffusione improvvisa e capillare del *remote working* e del lavoro agile, l’uso di dispositivi personali e reti domestiche e il boom delle piattaforme di collaborazione hanno infatti aumentato le opzioni di attacco a disposizione degli attaccanti». Secondo i dati raccolti, per il 40% delle grandi imprese sono aumentati gli attacchi informatici. Il Covid19 ha, quindi, spinto queste imprese a cogliere l’occasione per investire in questo settore e aumentare la sensibilità dei dipendenti. Contrariamente, le PMI, che rappresentano la base della struttura economica industriale italiana, hanno un ritardo negli investimenti, percependo l’importanza della protezione dei data, ma non riuscendo a concretizzare questa visione. Sebbene l’emergenza sanitaria abbia fatto comprendere quanto importante sia la sicurezza dei dati, la crescita del mercato è stata rallentata e, inoltre, il mercato rimane ancora molto limitato, ammontando a soltanto lo 0,07% del PIL⁴⁷.

Uno dei casi maggiormente rilevanti negli ultimi anni, particolarmente rilevante in ambito politico, è stato quello di Cambridge analytica. La società nata per la propaganda politica delle

⁴⁶ Valdes P., “*La data protection tra regolamentazione e flessibilità*”, Harvard business review italia, <https://www.hbritalia.it/giugno-2018/2018/06/04/news/la-data-protection-tra-regolamentazione-e-flessibilita-3506/>

⁴⁷ Osservatorio Cybersecurity & Data Protection, “*Cybersecurity in Italia: mercato da 1,37 miliardi e attacchi cyber in crescita*”, 2021, <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/cybersecurity-italia-mercato-crescita>

elezioni statunitensi è stata accusata all'inizio del 2018 di aver raccolto i dati personali di milioni di utenti Facebook per utilizzarli per la propaganda senza il loro consenso. È stato proprio il caso di Cambridge analytica a far comprendere alle pubbliche amministrazioni l'enorme valore dei dati e la necessità della loro regolamentazione⁴⁸.

1.1.4. Il mercato dei Big Data in Italia

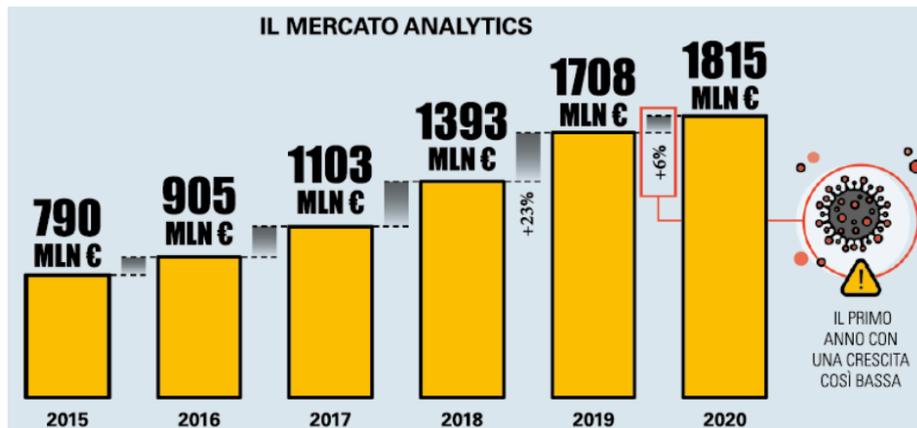


Figura 1.5: Crescita mercato analytics. (Infografica “Analytics divide: un gap che va colmato”, 2020).

L'Osservatorio Big Data Analytics & Business Analytics della School of Management del Politecnico di Milano è uno degli osservatori di *digital innovation* nati nel 1999 con lo scopo di fare ricerca e diffondere cultura in tutti i principali ambiti dell'innovazione digitale. Nello specifico, l'Osservatorio Big Data Analytics & Business Analytics produce e diffonde conoscenza sul mercato, sulle applicazioni e sui trend tecnologici dei Big Data e degli Analytics per le imprese e la pubblica amministrazione⁴⁹.

Le ricerche condotte sul mercato italiano dei Big Data nel 2018, mediante un sondaggio che ha coinvolto oltre 600 differenti figure professionali tra responsabili IT, responsabili analytics e direttori informatici di piccole, medie e grandi imprese, riportano che i dati hanno raggiunto il valore complessivo di 1,4 miliardi di euro, con una crescita annuale pari al 20% circa nei precedenti tre anni. La spesa è ripartita per il 45% in software specifici per i processi aziendali dell'impresa e database e strumenti che coprono tutta la catena del valore dei dati, per il 34% in servizi che permettono di personalizzare gli strumenti posseduti, di integrare i sistemi

⁴⁸ Ma.I.C., “Chi è e cosa fa Cambridge Analytica, la società che ha messo nei guai Facebook”, Il Sole 24 Ore, 2018, <https://www.ilsole24ore.com/art/chi-e-e-cosa-fa-cambridge-analytica-societa-che-ha-inguaiato-facebook-AETt4mJE>

⁴⁹ Osservatorio Big Data & Business Analytics, <https://www.osservatori.net/it/ricerche/osservatori-attivi/big-data-business-analytics>

informativi aziendali e restante 21% è dedicato alle risorse infrastrutturali, quali server e capacità di calcolo⁵⁰.

Il rapporto stilato a fine 2020 mostra un rallentamento nella crescita di tale mercato che raggiunge soltanto un +6% rispetto all'anno precedente, a dimostrazione che anche il settore dei Big Data sia stato influenzato dalla pandemia in corso. La ripartizione della spesa, invece, subisce una lieve variazione seppur mantenendo le proporzioni generali. La spesa complessiva viene analizzata anche dal punto di vista degli attori, quali grandi imprese e PMI, che si dividono rispettivamente l'88% e il 12% della spesa. Rispetto a quanto riportano i dati 2018, tale divario è aumentato: le aziende più mature sono riuscite, nonostante il rallentamento provocato dal Covid19, a razionare gli investimenti continuando ad alimentare le strategie *data-driven*, quelle più piccole e tradizionali hanno, invece, il più delle volte interrotto o posticipato gli investimenti⁵¹.

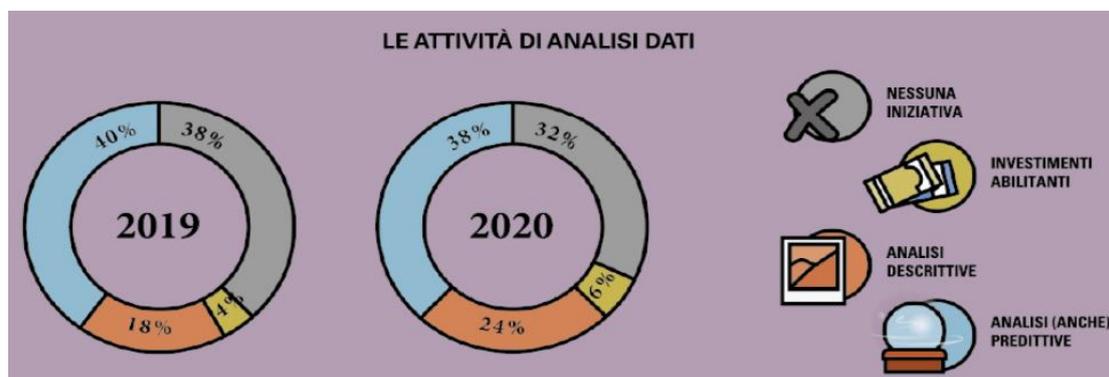


Figura 1.6: Distribuzione iniziative imprese. (Infografica, “Analytics divide: un gap che va colmato”, 2020).

La figura 1.6 estratta dall'Infografica “Analytics divide: un gap che va colmato” realizzata sempre dall'Osservatorio Big Data Analytics & Business Analytics mostra come la distribuzione percentuale delle iniziative di analisi dati sia concentrata agli estremi e si divida tra aziende mature in questo campo che realizzano anche analisi predittive e aziende precarie che, invece, non hanno alcun progetto *analytics* nel loro portfolio. Sono in netta minoranza le imprese che si stanno attrezzando. Carlo Vercellis, responsabile scientifico dell'Osservatorio, afferma: « In realtà, si assiste ad un ampliamento del gap tra le aziende mature nella gestione e analisi dei dati e quelle in ritardo. In un contesto di grande incertezza, infatti, quelle mature hanno mostrato maggiore capacità di fornire risposte ai nuovi interrogativi, aumentando le

⁵⁰ Osservatorio Big Data & Business Analytics, “Big Data Analytics in Italia: mercato da 1,4 miliardi”, 2018, <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/big-data-analytics-in-italia-mercato-da-1-4-miliardi>

⁵¹ Osservatorio Big Data & Business Analytics, “Rallenta la crescita del mercato Analytics in Italia (+6%) ma le aziende non si fermano”, 2020, <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/mercato-analytics-italia-2020-rallentamento>

risorse di Data Science, ripensando modelli predittivi e di ottimizzazione. Quelle con un approccio tradizionale, limitato a classiche attività di Business Intelligence hanno interrotto o posticipato gli investimenti, con conseguenze determinanti sulla loro capacità di competere in un mercato sempre più data-driven oriented». Ne consegue che le PMI hanno ancora grosse difficoltà nell'impostare un approccio incentrato sui dati, ciò nella maggioranza dei casi dovuto ad una scarsa comprensione del fenomeno e alla mancanza delle risorse economiche e umane necessarie.

I risultati delle ricerche di mercato, inoltre, confermano quanto illustrato nel paragrafo 1.1.3 riguardo alle barriere presenti e alle sfide che le imprese devono affrontare. La data governance nella metà delle imprese non è ancora definita mediante un processo strutturato, formalizzato e organizzato. Le difficoltà che impattano con maggior forza sono la mancanza di competenze e figure professionali interne e la necessità di integrazione dei dati. A seguire, ci sono l'esigenza di elevati investimenti e la difficoltà di reperire risorse umane competenti all'esterno insieme alla scarsa qualità dei dati raccolti⁵².

1.2. L'approccio *data-driven* nel design

Il progresso tecnologico e la digitalizzazione hanno influenzato tutti i settori, non è escluso quello dell'area di ricerca delle metodologie di progettazione e delle soluzioni software, il design.

L'attività progettuale può essere considerata suddivisa in alcune fasi principali:

- *Product planning*: è la fase iniziale nelle quale il team di progetto, attraverso lo studio delle esigenze del mercato esplicite e tacite, definisce le caratteristiche che il nuovo prodotto e la tecnologia da realizzare avranno, allo scopo di assolvere a tali bisogni. È, inoltre, realizzato un business case in cui si analizzano i ritorni attesi e gli investimenti richiesti che viene in ciascuna fase del processo rivisto e modificato sino a trasformarsi in un vero e proprio piano operativo completo.
- *Conceptual design*: è la fase in cui si determinano le soluzioni tecniche in grado di soddisfare le esigenze dei clienti precedentemente definite. Il team di progettazione formula il problema e identifica quali sono gli elementi funzionali da progettare. È la fase maggiormente creativa in cui vengono generate soluzioni alternative, definite concept che sono tutte in grado, anche se in modo differenti, di assolvere alle funzioni richieste. In seguito, i concept alternativi vengono confrontati per individuarne i più promettenti,

⁵² *Ibidem*

successivamente ulteriormente analizzati, allo scopo di scegliere la soluzione ottimale. Individuato il concept ottimo da realizzare, saranno definite le specifiche tecniche in termini prestazionali che il prodotto a cui il prodotto dovrà assolvere.

- *System-level design*: è la fase all'interno della quale si definisce l'architettura di prodotto, cioè quali componenti devono assolvere a quali funzioni del prodotto, le interfacce di collegamento, quali componenti devono essere sviluppati specificatamente per il nuovo prodotto, determinando il contenuto innovativo del prodotto, il livello di integrazione aziendale nella realizzazione di tali componenti e i sistemi che interagiranno con il prodotto lungo tutto il suo ciclo di vita.
- *Detailed design*: è la fase di progettazione di dettaglio, cioè quella nella quale vengono scelti i materiali, i componenti, le dimensioni, ecc.
- *Prototyping and testing*: è la fase di produzione del prototipo di prodotto e successiva verifica di funzionamento. È una fase fondamentale per la convalida delle scelte fatte ed è, inoltre, spesso utilizzata anche a fine normativi, allo scopo di verificare che il prodotto rispetti le norme richieste per il rilascio delle certificazioni necessarie concesse dalle autorità competenti.
- *Process design*: è la fase nella quale viene definito il ciclo produttivo e le risorse necessarie alla sua implementazione.
- *Product launch and production*: è la fase finale dell'attività progettuale, nella quale vi è il lancio del prodotto e la produzione industriale. Il processo di sviluppo è terminato, quando, subito dopo il lancio del nuovo prodotto, l'impresa ha terminato le modifiche in risposta alle prime opinioni del mercato.

Il processo di sviluppo prodotto presentato può essere applicato sia a prodotti fisici sia ai servizi, seppur con alcune modifiche, e deve essere considerato di riferimento generale, in quanto permette di comprendere quali sono i punti salienti dell'attività progettuale. Nella realtà quotidiana, ciascuna impresa è diversa dall'altra e determina un processo di sviluppo prodotto personalizzato sul settore in cui opera, sul prodotto da realizzare, sulle relazioni a monte con i fornitori e a valle con i clienti, sulle proprie risorse e competenze. Sebbene tale processo sia lineare, accade spesso che le imprese nella loro gestione quotidiana parallelizzino alcune attività e, inoltre, il processo, per la sua natura creativa, è fatto di iterazioni, per cui i progettisti rivedono continuamente le loro scelte e apprendono dagli errori commessi prima di definire la scelta

ottima⁵³.

Il progresso tecnologico e l'approccio *data-driven* hanno cambiato il processo di sviluppo prodotto fornendo notevole supporto ai progettisti lungo tutta l'attività progettuale. L'approccio *data-driven* influenza il processo decisionale nelle fasi primarie della progettazione: l'acquisizione di dati preliminari sul problema da risolvere consente di definire ipotesi coerenti ed individuare eventuali correlazioni tra le variabili. Nella fase successiva di selezione del concept ottimale, la maggiore disponibilità di dati permette di rappresentare meglio la realtà, definire modelli di valutazione che semplificano le scelte per i decisori ed eseguire modelli multi-obiettivo. Inoltre, possono essere eseguite analisi di sensibilità allo scopo di simulare l'effetto delle variazioni degli input e prevedere quanto una soluzione sia preferibile rispetto alle altre. Il rischio nell'uso di questi modelli è che vengano percepiti dai progettisti come "scatole nere": i modelli devono essere comprensibili e trasparenti, con la conseguenza diretta, se così non fosse, che i progettisti non gli diano il giusto peso⁵⁴.

Quando una impresa definisce il processo di sviluppo prodotto che implementerà, sono tre i fattori chiave che considera. Insieme ai metodi e alle procedure, alle conoscenze e alle competenze di coloro che eseguiranno il processo, c'è la disponibilità di infrastrutture e strumenti che supportino tale processo⁵⁵. I nuovi strumenti sviluppati grazie alla digitalizzazione hanno cambiato radicalmente le fasi post-scelta del concept del processo. Fino agli anni '70-'80, con il termine prodotto si indicava un oggetto fisico, i cui disegni progettuali erano realizzati a mano. Non era possibile visualizzare il prodotto e modificarlo implicava costi notevoli. La progettazione era finalizzata alla perfezione, ad evitare di spendere ulteriori fondi per le modifiche. I software e i nuovi strumenti sviluppati attraverso le nuove scoperte tecnologiche sono stati utilizzati allo scopo di ridurre tempi e costi del processo di sviluppo prodotto, mantenendo un elevato livello di qualità del prodotto. I primi software 2D *computer-aided-design* (CAD), sviluppati con la terza rivoluzione industriale, semplificano le fasi progettuali, con l'introduzione della possibilità di realizzare disegni tecnici computerizzati. L'avvento dell'era digitale ha modificato ulteriormente le attività progettuali. La progressiva transizione dai disegni 2D alla modellazione 3D hanno reso i team progettuali capaci di visualizzare il prodotto in un ambiente virtuale con le proprie forme e geometrie, colori, materiali, ecc. Infatti, gli strumenti CAD

⁵³ Cantamessa M., Montagna F., "*Management of innovation and production development – Integrating business and technological perspectives*", London, Springer-Verlag, 2016, pp. 210-215 e 334-335.

⁵⁴ Bertoni A., "*Role and challenges of Data-Driven design in the product innovation process*", International Federation of Automatic Control (IFAC) papers online, 2018, pp. 1108-1111

⁵⁵ Pessoa M., "*Smart design engineering: leveraging product design and development to exploit the benefits from the 4th industrial revolution*", in Design Science, Cambridge university press, 2020, pp. 15

permettono solo la realizzazione di disegni tecnici e la visualizzazione di una idea, mentre le rappresentazioni tridimensionali di prodotti fisici consentono di effettuare una vera e propria visualizzazione del prodotto. I nuovi software sviluppati sfruttano le informazioni digitali sui prodotti allo scopo di ottenere un vero e proprio “modello di prodotto virtuale” potendo visualizzare il prodotto sotto molteplici aspetti^{56,57}. Il prodotto fisico è realizzato il più tardi possibile lungo il processo di sviluppo prodotto e anche gli output intermedi, prima necessari, si sono trasformati in rappresentazioni digitali⁵⁸. Tali software rientrano nella categoria dei programmi CA-X. Con l'introduzione di questi nuovi strumenti, i team di progettazione generano grandi masse di file di rappresentazioni di prodotto e dei suoi componenti che devono, inoltre, essere moltiplicate per le diverse versioni di prodotto generate lungo tutto il progetto. Sono, perciò, nati, sempre negli anni 2000, i software *Product life management* (PLM), che consentono di gestire tutte le informazioni relative al prodotto durante il suo ciclo di vita. Alcuni fornitori stanno integrando diversi software CA-X in unico software integrato PLM, che contenga tutti gli strumenti necessari per lo sviluppo virtuale del prodotto, che vanno dai software CAD, alle analisi multifisiche e le simulazioni^{59,60}.

Tradizionalmente, i progettisti dovevano fare le scelte migliori possibili per incontrare i requisiti dei clienti, identificare una soluzione progettuale che li soddisfacesse e successivamente passare alla prototipazione fisica, nella speranza che non sorgessero problemi e che fossero convalidate le scelte fatte. Se il prototipo fisico avesse presentato problematiche, i progettisti avrebbero dovuto ideare una nuova soluzione progettuale e ripetere tutto il processo, raddoppiando i costi di sviluppo prodotto. La disponibilità di differenti strumenti di simulazione fornisce un enorme supporto alla progettazione: consente ai progettisti di ricevere un feedback rapido ed economico sulle loro scelte di progettazione, senza la necessità di dover creare un prototipo fisico che implica sperimentazioni costose e dispendiose in termini di tempo. Il prototipo virtuale consente di analizzare e visualizzare facilmente tutte le caratteristiche del prodotto, minimizzando l'impatto economico degli investimenti. Sebbene mantenga un ruolo

⁵⁶ Mejía-Gutiérrez R., Carvajal-Arango R., “*Design Verification through virtual prototyping techniques based on Systems Engineering*”, in *Research in engineering design*, Springer-Verlag, London, 2017, pp. 477-494

⁵⁷ Cantamessa M., Montagna F., “*Management of innovation and production development – Integrating business and technological perspectives*”, London, Springer-Verlag, 2016, pp. 221-223

⁵⁸ Trombetta S., Chiadò C., Collina L., Giordano L., “*Verso un'organizzazione digitalmente qualificata*”, in *Looking forward – La trasformazione digitale*, supplemento allegato al n° 12/2014 dell'Harvard business review Italia, 2014, pp- 29-36

⁵⁹ Mejía-Gutiérrez R., Carvajal-Arango R., “*Design Verification through virtual prototyping techniques based on Systems Engineering*”, in *Research in engineering design*, Springer-Verlag, London, 2017, pp. 477-494

⁶⁰ Cantamessa M., Montagna F., “*Management of innovation and production development – Integrating business and technological perspectives*”, London, Springer-Verlag, 2016, pp. 221-223

centrale per il valore che essa ha nella riduzione dei tempi necessari per convergere verso una soluzione progettuale ottima, l'esigenza di conoscenza ex-ante si riduce, mentre aumenta la necessità di ampliare le capacità e le competenze dei progettisti nel campo della modellizzazione e dell'analisi dei dati⁶¹. Tali strumenti forniscono, inoltre, nuovi approcci progettuali: nelle fasi iniziali del processo di progettazione, consentono ai progettisti di fare *front loading*, cioè individuare sin da subito le criticità del processo di sviluppo prodotto allo scopo di mitigarne e ridurre i rischi e, di conseguenza, prevenire e minimizzare potenziali errori. Contrariamente, è possibile progettare anche mediante approccio *trial and error*: utilizzando la sperimentazione virtuale, si possono esplorare soluzioni per tentativi e apprendimento senza gli eccessivi tempi e costi solitamente richiesti per il processo di sviluppo prodotto. Allo stesso modo e per le stesse ragioni, le imprese sono maggiormente disposte ad assumere rischi ed esplorare soluzioni più innovative, che altrimenti non avrebbero preso in considerazione⁶².

L'impresa, facendo leva sui numerosi vantaggi elencati, è in grado di sviluppare nello stesso tempo un prodotto migliore oppure di ridurre il time to market ed essere maggiormente competitiva o ancora di modificare il prodotto quando già in uso, come accade per le piattaforme web⁶³. Tra 2019 e 2020, Facebook rilascia una nuova interfaccia grafica del sito web nel tentativo di allineare la visualizzazione desktop a quella dell'app mobile e rendere maggiormente intuitiva l'esperienza dell'utente. La nuova grafica semplificata e dal design rinnovato viene lanciata in una versione di prova su cui gli sviluppatori stanno ancora lavorando, chiedendo mediante un sondaggio agli utenti che preferiscono tornare all'interfaccia classica la motivazione della loro scelta tra differenti opzioni disponibili. Tale azione è stata utilizzata per comprendere quali fossero le preferenze dell'utente e implementarle nella nuova interfaccia che è stata resa permanente nel settembre 2020⁶⁴.

1.3. I fondamenti della teoria paradigmatica

L'adozione di una nuova tecnologia rappresenta l'emergere di un nuovo paradigma tecnologico. Il paradigma è quell'insieme di teorie, concetti e metodi, che definiscono una traiettoria di sviluppo a cui tutta la comunità si attiene. Tale traiettoria viene rappresentata mediante una

⁶¹ Pessoa M., "Smart design engineering: leveraging product design and development to exploit the benefits from the 4th industrial revolution", in Design Science, Cambridge university press, 2020, pp. 11-12

⁶² Cantamessa M., Montagna F., "Management of innovation and production development – Integrating business and technological perspectives", London, Springer-Verlag, 2016, pp. 221-223

⁶³ *Ibidem*

⁶⁴ Gerino C., "Facebook, la nuova interfaccia grafica da settembre. Ma non piace a tutti", sezione tecnologia, La Repubblica, 2020, https://www.repubblica.it/tecnologia/social-network/2020/08/27/news/facebook_da_settembre_addio_alla_vecchia_interfaccia_grafica-265636898/

curva S su un piano cartesiano i cui assi delle ascisse e delle ordinate sono rispettivamente il tempo e la performance rilevante per il mercato che rappresenta il progresso tecnologico.

La curva S raggiunge nel tempo la saturazione: il paradigma che ha creato quella traiettoria di sviluppo non è in grado di riuscire a spiegare tutti i fenomeni esistenti legati ad un determinato argomento. Dal confronto tra nuovi potenziali paradigmi tecnologici, emerge un nuovo paradigma che sostituisce quello precedente e fornisce punti di vista e metodi maggiormente vicini alla nuova realtà⁶⁵.

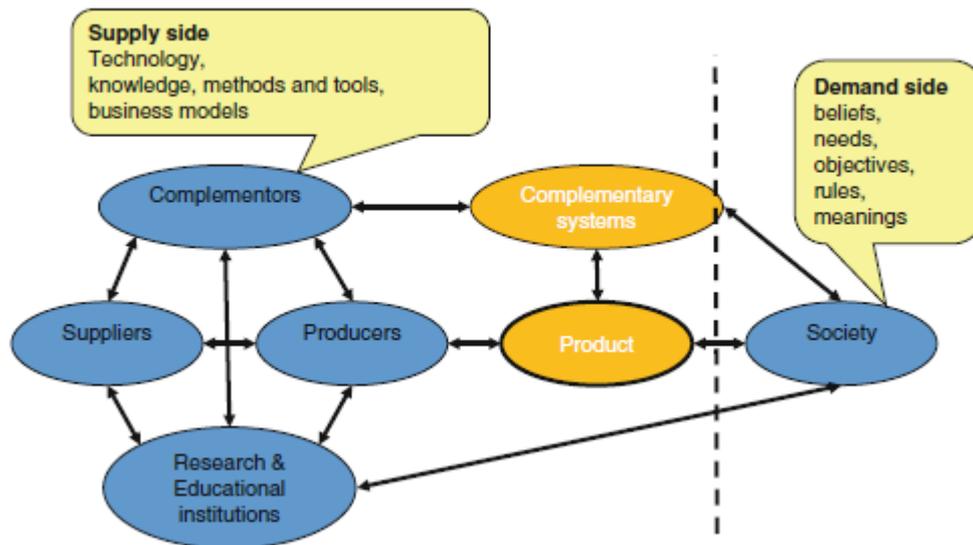


Figura 1.7: Schema rappresentativo elementi di un paradigma (Cantamessa M., Montagna F., 2016).

La traiettoria di sviluppo generata da un paradigma deriva da un insieme di elementi lato domanda e lato offerta. Dal lato dell'offerta, un paradigma è costituito da teorie, conoscenze, strumenti e metodi che consentono di trasformare una data tecnologia in prodotti reali e servizi, attorno ai quali instaurare un modello di business sostenibile per le imprese. Ne consegue che l'emergere di un nuovo paradigma necessita di un insieme di attori: i produttori che devono sfruttare la nuova tecnologia, i *complementors*, in grado di sviluppare tutti i beni complementari legati a tale tecnologia, i fornitori e gli enti istituzionali formativi e di ricerca, che devono formare la nuova forza lavoro richiesta. Dal lato della domanda, un paradigma è definito da credenze, bisogni, regole e significati che i clienti attribuiscono al prodotto. Se il nuovo paradigma tecnologico incontra questi bisogni, riesce ad emergere ed affermarsi⁶⁶.

I fondamenti della teoria paradigmatica spingono a ritenere che la digitalizzazione abbia mutato l'insieme di concetti, tecnologici e no, comunemente accettati, provocando variazioni

⁶⁵ Cantamessa M., Montagna F., "Management of innovation and production development – Integrating business and technological perspectives", London, Springer-Verlag, 2016, pp. 34-36

⁶⁶ *Ibidem*

nelle catene del valore delle imprese e dal punto vista sociale e comportamentale. L'utilizzo dei dati all'interno dell'impresa ha cambiato l'approccio al processo di sviluppo prodotto tradizionalmente seguito.

1.4. Il tradizionale paradigma del design

Negli anni '90, il paradigma del design era caratterizzato dall'operato di due categorie fondamentali: progettisti e produttori. Il prodotto non era inteso solo come bene fisico, ma anche come servizio e modello di business. I requisiti e le esigenze dei clienti venivano definite attraverso le informazioni raccolte durante l'utilizzo del prodotto da parte del cliente, più in generale, dalle interazioni tra il prodotto e soggetti esterni, quali stakeholders, clienti e utenti. Partendo da tali requisiti, i progettisti, da soli o in gruppo, studiavano a fondo il mercato allo scopo di trarre informazioni sulle preferenze dei clienti e si occupavano dello sviluppo prodotto. Successivamente, i produttori realizzavano il prodotto ed infine, lo si immetteva sul mercato. Al termine di tale processo, i progettisti ricominciavano a studiare il mercato e i clienti attraverso le interazioni con il nuovo prodotto.

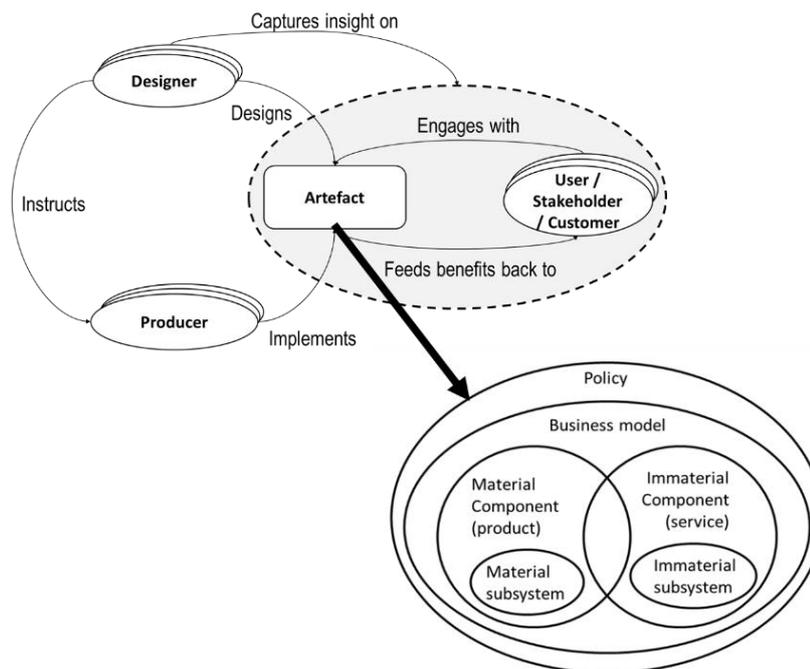


Figura 1.8: Rappresentazione del tradizionale paradigma del design (Cantamessa M. et al., 2020).

Il processo di progettazione non era lineare, ma un ciclo continuo fatto di iterazioni e orientato al cliente. Inoltre, l'attività progettuale era volta alla creazione del prodotto perfetto: vi era grande attenzione alle scelte fatte all'inizio del processo in quanto queste potevano essere confermate e convalidate soltanto con la creazione del prototipo fisico. Nel caso di errori di

progettazione o modifiche, all'investimento economico fatto per la creazione del prototipo si aggiungevano i costi delle modifiche, con la conseguenza di avere costi elevatissimi. In figura 1.8, è rappresentato il paradigma del design con il processo di progettazione, gli attori coinvolti e le loro relazioni e il contesto in cui ciò avveniva⁶⁷.

1.5. Il nuovo paradigma del design

L'emergere di un nuovo paradigma richiede che un insieme di elementi lato domanda e lato offerta si fondano per dare vita ad un sistema di concetti coerente e accettato, allo stesso tempo, da imprese e mercato⁶⁸. Allo scopo di illustrare il nuovo paradigma del design che si sta affermando, è necessario analizzarne i due differenti punti di vista. Ne consegue che il ruolo centrale affidato ai dati e alle informazioni sarà discusso, rispettivamente, lato domanda e lato offerta.

1.5.1. Lato della domanda

I dati sono raccolti registrando il comportamento di acquisto del cliente attraverso le sue scelte, dagli stakeholders e dall'utilizzo stesso dei prodotti. Le aziende sono capaci di comprendere il reale profilo utente a cui fare riferimento e di adattarsi continuamente sulla base degli stimoli di mercato ricevuti. L'impresa preleva informazioni da ciascun segmento di mercato nel quale opera, li analizza e li utilizza per migliorare il processo di progettazione e il prodotto, con ripercussioni operative e organizzative. A differenza del paradigma tradizionale, i progettisti non pensano un prodotto completo e perfetto, ma un manufatto base che sarà iterativamente migliorato, con possibilità di personalizzazione per singolo utente⁶⁹. Il processo di progettazione si trasforma in un loop continuo, nel quale le imprese raccolgono i dati dei clienti dall'uso quotidiano del prodotto e li restituiscono, reimmettendo il prodotto sul mercato, sottoforma di aggiornamenti (Figura 1.9). Affinché si instauri tale processo di ottimizzazione e miglioramento del prodotto, sul lato utente è fondamentale la qualità dell'interazione: l'interazione che l'utente ha con il prodotto deve essere di alto livello e affinché ciò sia possibile l'impresa deve poter

⁶⁷ Cantamessa M., Montagna F., Altavilla S., Casagrande-Seretti A., “*Data-driven design: the new challenges of digitalization on product design and development*”, in Design Science, Cambridge university press, 2020, pp. 1-4

⁶⁸ Cantamessa M., Montagna F., “*Management of innovation and production development – Integrating business and technological perspectives*”, London, Springer-Verlag, 2016, pp. 34-36

⁶⁹ Cantamessa M., Montagna F., Altavilla S., Casagrande-Seretti A., “*Data-driven design: the new challenges of digitalization on product design and development*”, in Design Science, Cambridge university press, 2020, pp. 5-19

contare su informazioni affidabili. Ne consegue che, sul lato utente, saranno di elevata importanza le metriche utilizzate per valutare i dati raccolti⁷⁰.

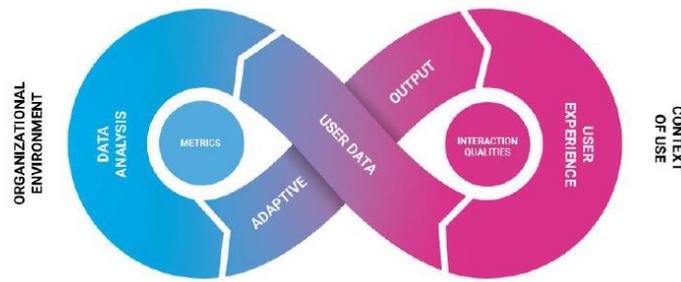


Figura 1.9: Loop di progettazione (Smits A., 2020).

La progettazione basata sui dati lato domanda si fonda sul feedback ricevuto dal cliente con l'obiettivo di supportare i progettisti nel loro lavoro, attraverso l'integrazione di dati, di informazioni e conoscenza⁷¹. I clienti diventano parte integrante dell'attività di progettazione. Prodotti e servizi sono pensati in funzione dei dati che dovranno raccogliere: si deve progettare il prodotto con i sensori integrati necessari alla raccolta dei dati che permettono all'impresa di conoscere le reali prestazioni del prodotto, fornire aggiornamenti, modifiche volte al miglioramento e alla manutenzione specifica⁷². Le caratteristiche di struttura e forma del prodotto non sono più plasmate sulle funzioni a cui il prodotto deve assolvere e le funzioni non dipendono più soltanto da componenti hardware. Forma e funzioni vengono separate. Le componenti software sviluppate con le nuove tecnologie digitali permettono di inserire nei prodotti nuove funzionalità con il semplice download di un aggiornamento, con la conseguenza, però, che la componente hardware del prodotto deve, fin dalla sua immissione sul mercato, possedere le predisposizioni necessarie⁷³. Le considerazioni fatte definiscono una nuova rappresentazione, mostrata in figura 1.10.

Le imprese hanno sempre raccolto dati dai propri clienti. Non era, però possibile, raccogliere i dati del singolo individuo. Le tecniche di raccolta utilizzate erano i questionari e i focus group, strumenti lenti e costosi che non permettevano di esaminare ciascun individuo, con la

⁷⁰ Smits A., Hekman E., Van Turnhout K., Nguyen D., “Data-driven design”, International Conference on Engineering and Product design education, Herning, 2020

⁷¹ Cantamessa M., Montagna F., Altavilla S., Casagrande-Seretti A., “Data-driven design: the new challenges of digitalization on product design and development”, in Design Science, Cambridge university press, 2020, pp. 5-19

⁷² Pessoa M., “Smart design engineering: leveraging product design and development to exploit the benefits from the 4th industrial revolution”, in Design Science, Cambridge university press, 2020, pp. 11

⁷³ Cantamessa M., Montagna F., Altavilla S., Casagrande-Seretti A., “Data-driven design: the new challenges of digitalization on product design and development”, in Design Science, Cambridge university press, 2020, pp. 5-19

conseguente scelta di un campione di individui ristretto. Lo sviluppo tecnologico ha fatto sì che queste tecniche, seppur ancora utilizzate in altre fasi, non siano più necessarie in quanto i dati vengono raccolti mediante lo stesso prodotto, che è connesso a Internet e trasmette all'impresa le scelte e le azioni del cliente utilizzatore. Gli algoritmi di apprendimento automatico esaminano i dati che vengono, successivamente, utilizzati per rimodellare il prodotto sulla base dei risultati ottenuti⁷⁴.

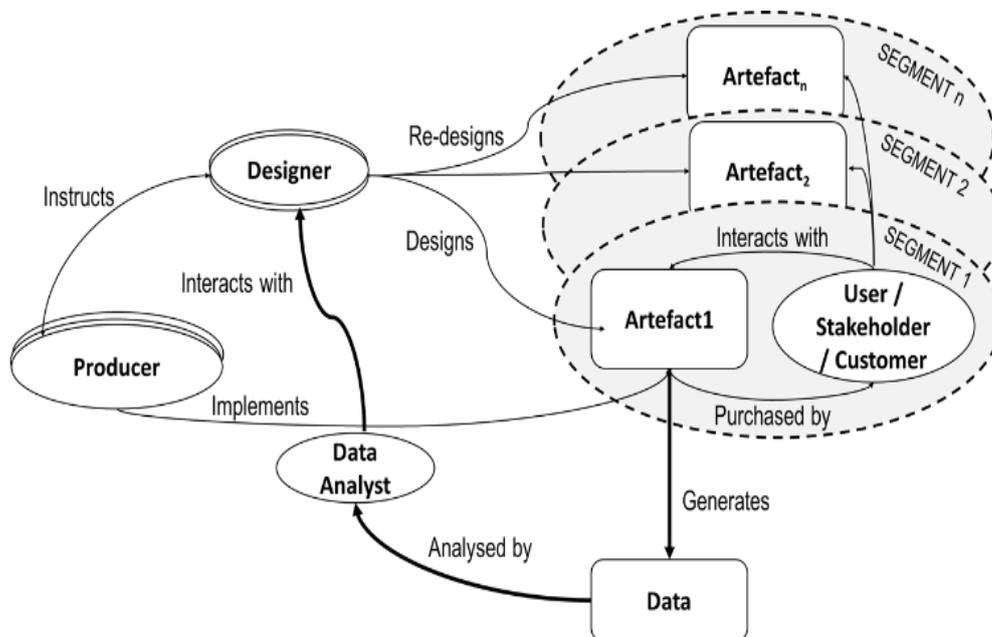


Figura 1.10: Rappresentazione del nuovo paradigma del design, lato domanda (Cantamessa M. et al., 2020).

La quantità di dati raccolti dipende dalla clientela dell'impresa: più sono i clienti/utenti maggiore è il volume di dati che si riesce a raccogliere. Tali dati sono utilizzati per ottenere una più elevata qualità del prodotto che consente all'impresa di estendere la propria quota di mercato ed acquisire nuovi clienti, con la diretta conseguenza che attraverso di essi raccoglie più dati. Si crea un ciclo infinito che attrae sempre più clienti e che permette all'impresa, appena entrata in un nuovo mercato, di giungere al superamento della massa critica. Ciò accade perché ciascun cliente tende a scegliere lo stesso prodotto che utilizzano tutti gli altri clienti. Si ipotizzi che un nuovo social network offra agli utenti caratteristiche migliori rispetto a quelle offerte dal colosso Facebook. Se anche ciò accadesse, non riuscirebbe ad affermarsi nel mercato e a raggiungere la massa critica, in quanto gli utenti vogliono far parte della stessa piattaforma social di cui fanno parte gli altri utenti. Tale fenomeno rappresenta una esternalità di rete positiva basata sui dati. Inoltre, si crea un effetto lock-in, per cui l'utente rimane bloccato all'interno della

⁷⁴ Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM), Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato (AGCM), Garante per la Protezione dei Dati Personali (GPDP), "Indagine conoscitiva sui Big Data", 2020, pp. 8-22

piattaforma. Tale effetto, insieme alla mancata interoperabilità tra sistemi di differenti operatori sul mercato, fa aumentare gli *switching costs* dell'utente, quelle limitazioni tecniche e/o economiche che non permettono all'utilizzatore di cambiare operatore^{75,76}.

Il fenomeno delle economie di rete può essere particolarmente vantaggioso per l'impresa, in quanto può costituire una barriera all'uscita per gli utenti sottoposti ad effetto lock-in e una barriera all'entrata nel mercato per nuovi operatori. Le imprese, per poter iniziare il loop infinito di acquisizione dati e clienti, necessitano di una quantità iniziale di dati che potrebbero non riuscire ad ottenere. In seguito all'acquisizione di una base di clienti molto ampia e grazie ai dati su di essi, i prodotti e i servizi subiscono notevoli miglioramenti che consentono all'impresa di ottenere vantaggio competitivo a lungo termine rispetto ai propri competitor. Raggiunta la massa critica, Google ha sviluppato il proprio algoritmo basandosi sui dati dell'utente e fornendo grande affidabilità nelle ricerche. Tutto ciò richiede grandi volumi di dati che Google ha raccolto nei suoi anni di attività. Microsoft ha investito miliardi di dollari in Bing, ma non è riuscita a contrastare il potere di Google e del suo algoritmo di ricerca. Inoltre, sarà più semplice per un concorrente entrare nel mercato se i dati che si raccolgono in quel settore industriale diventano velocemente obsoleti. I dati raccolti da Google durante l'utilizzo del motore di ricerca hanno bassa obsolescenza, in quanto permettono di creare un profilo del cliente che rimane sempre lo stesso nel corso del tempo. Un ipotetico concorrente non riuscirebbe mai ad eguagliare gli anni di apprendimento acquisiti con i dati analizzati: ciò ha consacrato la posizione di incumbent di Google⁷⁷.

1.5.2. Lato dell'offerta

Le aziende raccolgono una serie di dati utili anche dai loro sistemi di produzione. I dati possono essere generati da una moltitudine di fonti, non soltanto macchinari di produzione, ma anche sistemi di gestione della catena di approvvigionamento, sistemi di monitoraggio, sistemi di controllo della qualità. I dati raccolti vengono utilizzati per due principali scopi:

- Ridurre i costi;

⁷⁵ Hagiu A., Wright J., “*Quando i dati creano un vantaggio competitivo e quando no*”, Harvard business review italia, 2020, <https://www.hbritalia.it/gennaio-febbraio-2020/2020/01/09/pdf/quando-i-dati-creano-un-vantaggio-competitivo-e-quando-no-3866/>

⁷⁶ Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM), Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato (AGCM), Garante per la Protezione dei Dati Personali (GPDP), “*Indagine conoscitiva sui Big Data*”, 2020, pp. 70-76

⁷⁷ Hagiu A., Wright J., “*Quando i dati creano un vantaggio competitivo e quando no*”, Harvard business review italia, 2020, <https://www.hbritalia.it/gennaio-febbraio-2020/2020/01/09/pdf/quando-i-dati-creano-un-vantaggio-competitivo-e-quando-no-3866/>

- Aumentare l'efficienza del processo produttivo.

Il nuovo paradigma introduce un nuovo modo di utilizzare questi dati. Se, infatti, si utilizzassero per alimentare le fasi di sviluppo prodotto, si otterrebbero ulteriori benefici: il miglioramento di tale processo e la risoluzione dei problemi rilevati. Ne consegue che anche i dati provenienti dagli ambienti produttivi vengono raccolti, analizzati e poi trasferiti ai progettisti⁷⁸. Considerando anche il lato dell'offerta, il paradigma del design assume una nuova forma e può essere rappresentato come mostrato in figura 1.11.

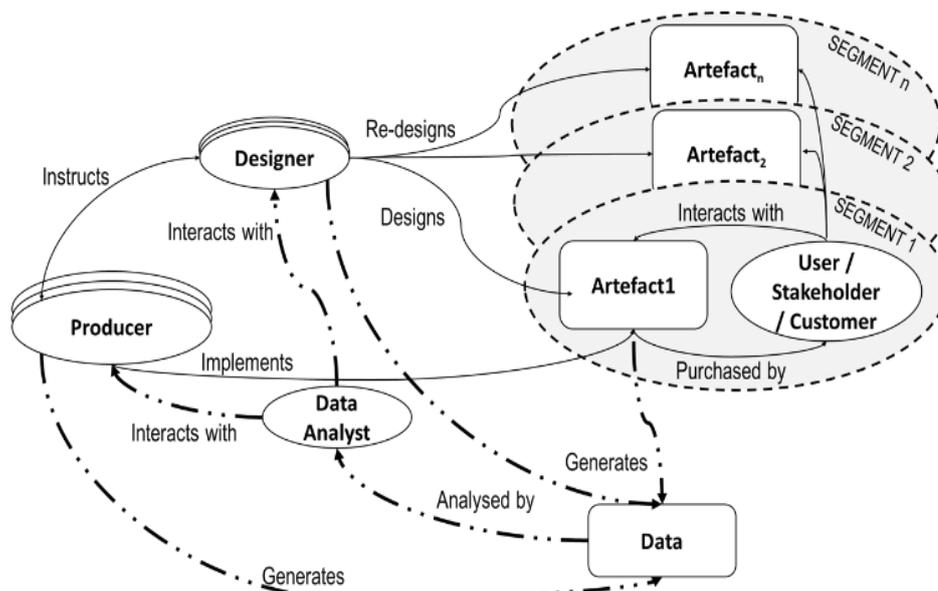


Figura 1.11: Rappresentazione del nuovo paradigma del design, lato offerta (Cantamessa M. et al., 2020).

I prodotti non sono più pensati come oggetti completi, bensì come manufatti di partenza che saranno iterativamente migliorati in un processo di sviluppo prodotto continuo. Le iterazioni sono una caratteristica del processo di progettazione e rimangono una peculiarità nel nuovo paradigma. L'introduzione dei dati porta ad uno scambio sempre più frequente di informazioni sia dal lato domanda sia dal lato offerta. Ciò rende necessarie nuove competenze digitali per i progettisti in analisi dati che devono essere in grado di comprendere e interpretare i risultati e allo stesso tempo, questi devono essere supportati da analisti che abbiano competenze tecniche di progettazione legate al settore, allo scopo di evidenziare informazioni rilevanti per chi progetta⁷⁹. Conseguenza diretta è la ridefinizione delle responsabilità e la formalizzazione dei ruoli che entrambe le parti assumono.

⁷⁸ Cantamessa M., Montagna F., Altavilla S., Casagrande-Seretti A., "Data-driven design: the new challenges of digitalization on product design and development", in Design Science, Cambridge university press, 2020, pp. 5-19

⁷⁹ *Ibidem*

L'analisi dei dati di produzione può essere di notevole supporto nelle fasi iniziali del processo di sviluppo prodotto, in quanto permette all'impresa di comprendere quali sono le problematiche del prodotto e ideare soluzioni adeguate. Durante le fasi di assemblaggio della Tesla model 3, l'azienda di Elon Musk ha rilevato dai dati di produzione che l'eccessiva presenza di punti di saldatura nel design della macchina non la rendeva idonea per la produzione automatizzata⁸⁰.

L'analisi dei dati provenienti dagli ambienti produttivi per il miglioramento dello sviluppo prodotto è fondamentale anche per l'identificazione di problematiche prima che il prodotto sia immesso sul mercato, scongiurando il rischio del ritiro del prodotto dal mercato e con un significativo risparmio di potenziali costi accessori. Lo studio dei dati abilita la capacità di identificare implicazioni impreviste negative o l'imaturità tecnologica del prodotto. Nel settembre 2018, Apple annuncia che l'Iphone XR sarà lanciato con un ritardo di un mese circa. Questo dispositivo, rispetto agli altri due modelli Iphone XS e XS Max che sarebbero usciti lo stesso anno e che montano un display OLED, possiede uno schermo LCD. I problemi avuti nella produzione a causa della nuova tipologia di display non hanno reso possibile la produzione in grandi volumi necessaria per il lancio e l'immissione sul mercato. Nelle fasi di produzione sono emersi significativi problemi di grafica nella parte superiore dello schermo e, in particolare, nella zona intorno al notch, cioè la tacca nella quale risiedono i sensori e la fotocamera frontale. Gli schermi LCD funzionano mediante retroilluminazione: il display a tutto schermo presentava nella parte intorno al notch una perdita di luminosità. Tale problema era sia di tipo software che di tipo hardware. Per risolverlo, Apple ha dovuto far cambiare al proprio fornitore la forma del taglio del componente che costituisce il notch ed ha dovuto lavorare alle prestazioni grafiche del nuovo dispositivo mediante l'ingegneria del software evitando potenziali perdite nelle vendite del dispositivo che non sarebbe stato ritenuto di qualità e con elevate prestazioni come il brand e il marchio garantiscono⁸¹. I dati di produzione, nei casi appena esposti, sono stati molto utili, in quanto fornivano informazioni su possibili alternative costruttive del prodotto, considerando anche quelle che sarebbero state le conseguenze sulla fase di assemblaggio⁸².

⁸⁰ Welch D., *"Tearing apart Teslas to find Elon Musk's best and worst decisions"*, Bloomberg, 2018, <https://www.bloomberg.com/news/features/2018-10-17/tearing-apart-teslas-to-find-elon-musk-s-best-and-worst-decisions>

⁸¹ Shannon L., *"Why the iPhone XR isn't coming out until October"*, in The Verge, 2018, <https://www.theverge.com/2018/9/14/17857184/apple-iphone-xr-release-date-why-late-october>

⁸² Cantamessa M., Montagna F., Altavilla S., Casagrande-Seretti A., *"Data-driven design: the new challenges of digitalization on product design and development"*, in Design Science, Cambridge university press, 2020, pp. 5-19

1.5.3. Implicazioni nell'adozione del nuovo paradigma

Dalla descrizione del nuovo paradigma emergente, risulta evidente che la centralità dei dati è dominante e che nell'economia moderna basata sull'informazione costituisce uno dei fattori produttivi dell'impresa. Se le imprese riuscissero a fare il salto dal paradigma tradizionale a quello emergente, potrebbero ottenere grandi risultati, ma vi sono alcune difficoltà oggettive lungo tutto il ciclo di vita del dato.

Sebbene l'industria 4.0 abbia dotato le imprese di sistemi di produzione con sensori e dispositivi che permettono di ottenere dati in tempo reale, l'analisi di una così massiccia quantità di dati e l'interpretazione richiedono nuove competenze, integrazione funzionale e interoperabilità che non tutte le imprese sono state tuttavia in grado di sviluppare. Infatti, accade raramente che le diverse attività di progettazione, produzione e i servizi post-vendita siano ben integrati. Per poter sfruttare al meglio i dati di cui dispone, l'impresa deve avere una visione unificata, deve dotarsi di sistemi informatici in grado di raccogliere in tempo reale le informazioni provenienti dalle molteplici fonti, integrarle e fornirle alle altre funzioni aziendali. Tale obiettivo è difficile da raggiungere se si tengono in considerazione i problemi appena esposti, ulteriormente accentuati dalla diversa granularità e deframmentazione delle informazioni provenienti dalle diverse funzioni aziendali. Un livello alto di granularità implica elevati costi di immagazzinamento, contrariamente, un basso livello di granularità potrebbe pregiudicare le potenzialità dei dati, limitando la varietà di informazioni che se ne possono trarre. La diversa granularità tra le funzioni aziendali è complicata dalla ricerca del giusto equilibrio del livello di granularità intra-funzionale. Inoltre, come riportato precedentemente, i dati sono perlopiù utilizzati allo scopo di efficientare il processo produttivo: le imprese non sanno come utilizzare tali informazioni per migliorare i processi di sviluppo prodotto e accade spesso che i progettisti non sappiano neanche di quali dati sono in possesso^{83,84}.

Nel quadro appena descritto, diventa rilevante il ruolo degli strumenti e dei metodi di progettazione: non sono semplici strumenti di supporto ad un processo puramente cognitivo e basato sull'esperienza umana, sono alla base del processo di sviluppo prodotto. Gli strumenti forniscono i dati necessari sotto forma di modelli e correlazioni alle scelte. Sebbene con questi nuovi strumenti passi dall'individuo all'organizzazione e, quindi, venga incorporata nel capitale, la conoscenza tacita, in quanto conoscenza non codificabile, non contenuta in manuali,

⁸³ Cantamessa M., Montagna F., Altavilla S., Casagrande-Seretti A., *"Data-driven design: the new challenges of digitalization on product design and development"*, in Design Science, Cambridge university press, 2020

⁸⁴ Almeida Fernando L. F., *"Benefits, Challenges and Tools of Big Data Management"*, in Journal of Systems Integration, 2017, pp. 16-17

fondata sull'esperienza acquisita nel contesto aziendale con l'interazione sociale tra gli individui, rimane un elemento fondamentale. L'uso dei dati, infatti, non può prescindere dall'intervento della componente umana: all'individuo coinvolto nel processo decisionale devono essere fornite informazioni sulla logica di analisi utilizzata e questo deve poter decidere in autonomia se associarsi o meno con le soluzioni proposte dal processo di analisi^{85,86}.

Uno strumento di progettazione che può costituire un elemento fondamentale per l'impresa, è la piattaforma. Questa, potendo contare su una forte infrastruttura IT, consente di avere a disposizione un insieme di asset comuni al servizio del processo di sviluppo prodotto con la possibilità di ottenere varianti di prodotto diverse. La realizzazione di una piattaforma del design costituisce un asset distintivo per l'impresa che cerca di realizzare in modo continuativo prodotti migliorati, in quanto permette di realizzare prodotti con tecnologia standardizzata ma con infinite possibilità di personalizzazione. Consente di organizzare lo sviluppo prodotto in una struttura a due livelli: un livello inferiore costituito da progetti piattaforma con stessa base tecnologica e un livello superiore attraverso il quale sviluppare progetti derivati di minor entità economica e temporale. La brevità dei progetti derivati consente di rispondere velocemente ai cambiamenti del mercato, mentre la piattaforma comune per più progetti permette di ridurre i costi e di raggiungere economie di scala con la condivisione dei componenti realizzati tra diversi prodotti. Allo stesso tempo, però, la condivisione dei componenti può portare l'impresa a fare una differenziazione insufficiente che non costituisce vantaggio competitivo. Inoltre, un ritardo nella realizzazione dei progetti di piattaforma può costituire un ritardo nel lancio di un prodotto, l'impresa può rimanere bloccata nelle tecnologie della piattaforma e se non gestita correttamente la piattaforma può rappresentare un investimento dai costi elevati. La scelta e l'adeguatezza dei metodi scelti è, quindi, un elemento strategicamente rilevante che può incidere sulla qualità dei prodotti realizzati e che dipende dalla capacità di investimento dell'impresa⁸⁷.

L'emergere del nuovo paradigma impatta con maggior peso sulle imprese che producono beni durevoli. I beni non durevoli, cioè quelli che esauriscono la loro utilità con il loro utilizzo, per loro natura si adattano con maggior facilità ai cambiamenti. Inoltre, i beni durevoli hanno

⁸⁵ Cantamessa M., Montagna F., Altavilla S., Casagrande-Seretti A., *"Data-driven design: the new challenges of digitalization on product design and development"*, in Design Science, Cambridge university press, 2020

⁸⁶ Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM), Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato (AGCM), Garante per la Protezione dei Dati Personali (GPDP), *"Indagine conoscitiva sui Big Data"*, febbraio 2020, pp. 66-67

⁸⁷ Cantamessa M., Montagna F., *"Management of innovation and production development – Integrating business and technological perspectives"*, London, Springer-Verlag, 2016, pp. 166-167

un ciclo di vita utile maggiore che permette di raccogliere più informazioni sul campo, ciò che sta alla base del nuovo paradigma progettuale. Le considerazioni fin qui fatte cambiano ulteriormente la rappresentazione del paradigma del design⁸⁸. La configurazione finale è, di conseguenza, mostrata di seguito in figura 1.12.

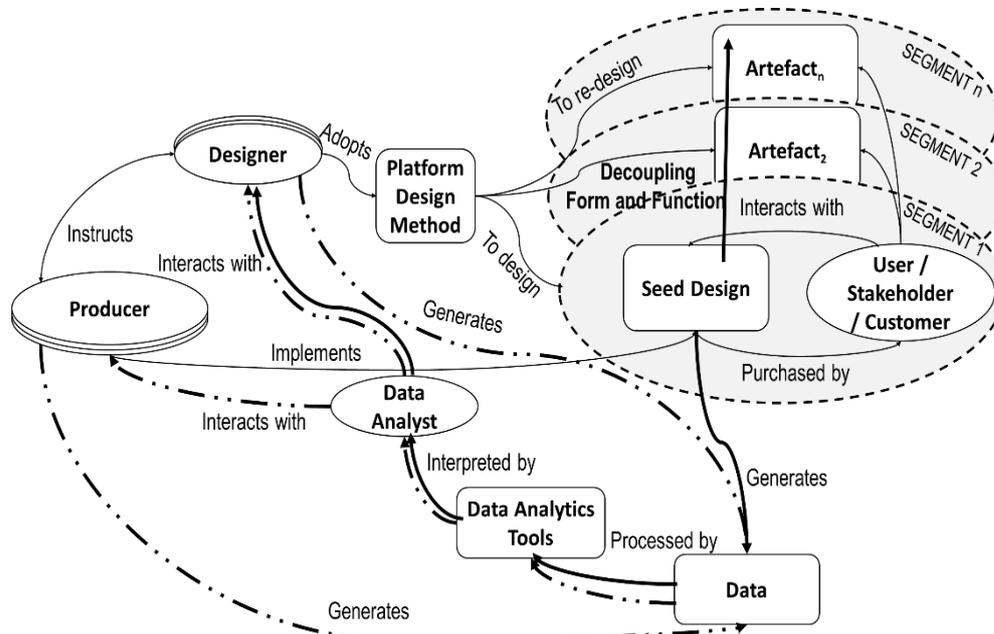


Figura 1.12: Configurazione finale del nuovo paradigma del design (Cantamessa M. et al., 2020).

La complessità di tale diagramma fa pensare che tale cambiamento non si possa considerare una innovazione di tipo incrementale. I diagrammi riportati non mostrano una evoluzione teorica crescente rispetto alla teoria tradizionale, bensì un vero e proprio cambiamento. Tale innovazione deve essere, perciò, considerata come una innovazione radicale. Tale cambiamento paradigmatico rappresenta, inoltre, una innovazione *disruptive*, in quanto ha cambiato le posizioni dei player che vi operavano e i loro modelli di business. Le imprese sono sempre state soggette a tali cambiamenti innovativi e spesso legati a tecnologie *disruptive* e rappresenta una sfida, in quanto si trovano di fronte alla difficoltà di dover gestire tale profondo cambiamento⁸⁹.

Tale innovazione ha conseguenze significative anche per i ricercatori coinvolti nello studio del fenomeno e nello sviluppo di metodi e strumenti di supporto alla progettazione e per le sedi formative, che devono capire quali nuove competenze devono essere date agli studenti. I futuri ingegneri dovranno avere competenze di base sulla gestione dei dati di progettazione, allo scopo di poter garantire una progettazione efficiente guidata dai dati, che consenta di ottimizzare il processo operativo e quello decisionale. Le università e gli enti formativi hanno un ruolo

⁸⁸ Cantamessa M., Montagna F., Altavilla S., Casagrande-Seretti A., “Data-driven design: the new challenges of digitalization on product design and development”, in Design Science, Cambridge university press, 2020

⁸⁹ *Ibidem*

fondamentale nella formazione dei nuovi profili richiesti. Ne consegue che gli studi oggi si concentrano sugli argomenti appena elencati, non soltanto per puro fine conoscitivo, ma anche e soprattutto per aiutare le imprese che rischiano di dover entrare in questo nuovo paradigma affidandosi all'intuizione e con un approccio *trial and error* che rischia di essere molto costoso. Di conseguenza, si può affermare che l'emergere del nuovo paradigma del design basato sui dati ha implicazioni interdisciplinari⁹⁰.

⁹⁰ *Ibidem*

2. Il caso studio: GAI Macchine Imbottigliatrici

Allo scopo di comprendere le dinamiche aziendali nel passaggio dal tradizionale paradigma al nuovo, si è presa in esame una impresa del territorio piemontese. L'analisi è stata realizzata sul lato dell'offerta, perciò, si sono esaminati i metodi di raccolta, le interazioni e i dati provenienti dagli ambienti operativi.

2.1. L'obiettivo

L'obiettivo del presente lavoro di tesi è stato realizzare una analisi dei dati provenienti dagli ambienti operativi dell'impresa, allo scopo di comprendere quali sono le problematiche aziendali e attuare politiche di correzione dei processi e, in particolare, del processo di sviluppo prodotto.

L'analisi condotta rappresenterà soltanto uno studio esplorativo e preliminare allo scopo di definire la struttura di base di una più estesa ricerca futura, ma soprattutto permettere all'impresa scelta come caso studio esempio, di comprendere le potenzialità del lavoro e la centralità che il ruolo dei dati ha oggi nelle imprese.

2.2. La GAI Macchine Imbottigliatrici

L'impresa analizzata è la GAI Macchine Imbottigliatrici di Ceresole Alba (CN), cioè una azienda del territorio piemontese a conduzione familiare. L'impresa fondata dal Sig. Giacomo Gai nel 1946 è una delle poche aziende al mondo che producono macchine sia per riempire, sia per confezionare, svolgendo tutte le funzioni comprese nel processo di imbottigliamento, dalla sciacquatura alla confezionamento finale.

L'impresa nasce a Pinerolo quando il signor Giacomo Gai di ritorno dalla Seconda guerra mondiale realizza una prima macchina per imbottigliare destinata al soddisfacimento delle proprie esigenze in quanto viticoltore. Dalla sua nascita, l'azienda ha sempre continuato a crescere, aumentando il proprio numero di dipendenti e la copertura in termini di metri quadrati di terreno occupati dal proprio stabilimento. È nel 1985 che l'impresa si sposta a Ceresole Alba con un primo impianto di circa 6000 metri quadrati. Oggi la copertura aziendale è di 47000 metri quadrati, a dimostrazione di come l'impresa abbia cominciato una crescita nel passato che non si è mai arrestata passando, inoltre, dal 1972 da 12 addetti circa a 272. Lo stabilimento è stato negli anni completamente rivoluzionato: gli ambienti produttivi, i magazzini e gli spazi operativi e di amministrazione sono stati man mano adeguati alle necessità produttive e spaziali. È previsto,

inoltre, in futuro un ulteriore ampliamento, necessario per sostenere le esigenze di crescita dell'impresa.

Oggi la *mission* dell'impresa è “Offrire al cliente una macchina già dotata delle funzioni più utili per lui, comprese alcune a cui non aveva ancora pensato, o che riteneva fuori dalla sua portata”. Alla base di tale visione, vi sono gli standard di qualità raggiunti nel corso delle tre generazioni nella costruzione delle macchine di imbottigliamento. La Gai, infatti, non è una azienda di semplici assemblatori, ma di costruttori: oltre il 90% dei componenti per le macchine e per l'assistenza sono disegnati e costruiti internamente. Lo stabilimento è organizzato per rendere efficiente il ciclo di realizzazione del prodotto completo, dalla progettazione, alla costruzione, al collaudo e alla messa in opera finale. Ogni macchina è realizzata con la stessa tecnologia standardizzata ma con infinite possibilità di personalizzazione.

L'impresa è particolarmente legata al territorio che la circonda: a Ceresole è nata una scuola di specializzazione post-diploma per una classe di 25 studenti con titolo di studio riconosciuto. Si occuperanno della formazione di tecnici esperti Gai con competenze linguistiche, informatiche e meccaniche in grado di assistere i rivenditori e i clienti con qualsiasi problema si possa presentare. Tanto quanto è legata al territorio piemontese e italiano, la Gai è legata all'estero, con la quota export che supera il 70% delle vendite dell'impresa. Gai France nasce nel 1984 quando per rispondere alla crisi vinicola che si stava attraversando in Italia, l'impresa decide di cominciare ad esportare i propri prodotti. Gai France è leader nel mercato francese nella distribuzione di macchine per l'imbottigliamento e il confezionamento ed in grado di assicurare, con la sua struttura di circa 5000 m², interventi di supporto e manutenzione rapidi in tutto il mondo. Nel 2017 nasce Gai America, fondata per meglio soddisfare le caratteristiche dell'esigente mercato americano. Supervisiona tutto il mercato statunitense ed ha permesso all'impresa di fornire servizio diretto pre e post-vendita ai clienti e ai rivenditori locali. Oggi, la Gai opera in tutto il mondo e seppur la pandemia di Covid19 ha creato diversi disagi, l'impresa appartenente al settore alimentare non ha mai smesso di produrre e si è garantita anche nell'ultimo anno una crescita del 6%¹.

2.2.1. L'innovazione: driver dell'impresa

Consistenti investimenti in tecnologia, sono stati realizzati allo scopo di curare tutte le fasi della filiera produttiva e rendere l'impresa una eccellenza innovativa. L'innovazione è il driver

¹Tutte le informazioni riportate nel seguente paragrafo sono state estratte dalla Video intervista all'Ing. Carlo Gai nella trasmissione “7 minuti con Flavia Monteleone” del quotidiano piemontese TargatoCn e dalla brochure aziendale Gai.

che guida l'impresa nella crescita dei propri ricavi e dell'eco-sostenibilità. Infatti, la quota di investimenti supera del 20% circa il fatturato.

Nel 2013, è stata brevettata la valvola "Unica", costituita da quattro valvole, ciascuna dedicata ad una differente fase del circuito di imbottigliamento, con gestione digitale mediante PLC aziendale, che aumenta la flessibilità permettendo la programmazione giorno per giorno in base alle caratteristiche dei liquidi da imbottigliare e le condizioni specifiche di imbottigliamento. Il dosaggio dell'ossigeno e, più in generale, dell'aria è fondamentale per prevenire l'ossidazione da imbottigliamento. Il rubinetto elettro-pneumatico permette di compiere la pre-evacuazione dell'ossigeno e sostituirlo con un gas inerte. La deaerazione dell'ossigeno presente in bottiglia è garanzia di un prodotto, una volta chiuso e confezionato, maggiormente duraturo e le cui qualità e caratteristiche organolettiche rimangono inalterate. Negli anni successivi, l'impresa si è occupata non soltanto del perfezionamento della tecnologia elettro-pneumatica, ma anche dell'esplorazione di nuovi mercati. Nel 2016, viene brevettata la selezionatrice, una macchina capace di scartare le bottiglie difettose prima del riempimento ed evitare arresti di produzione dovuti alla rottura delle bottiglie. Nel 2019, viene presentata la prima macchina della serie CAN rotative per riempire lattine di birra artigianale, su cui l'impresa sta investendo per migliorare il prodotto, in quanto nel settore delle micro-birrerie si sta preferendo imbottigliare nelle lattine rispetto al vetro².

Ciascuna fase del processo di realizzazione del prodotto è supportata da software, macchinari e tecnologie avanzate. Per la fase di progettazione, l'impresa si avvale di software capaci di gestire tutte le informazioni sui componenti di prodotto, realizzare modelli 3D e distinte base mediante l'integrazione con il sistema gestionale aziendale in unico ambiente operativo. La gestione e la condivisione dei disegni tecnici e della modellazione 3D dei componenti, la visualizzazione del prototipo virtuale e la simulazione delle prestazioni garantiscono un minor margine di errore e maggiore affidabilità³.

Le lavorazioni sono effettuate all'interno dei sei centri di lavoro robotizzati di cui l'impresa dispone Robot automatizzati guidati mediante tecnologia laser, che si spostano da un reparto produttivo verso un altro e che dialogano con i magazzini, anch'essi automatizzati, servono le fasi di lavorazione e assemblaggio. Ciò consente all'impresa di avere una produzione

² RedazioneMU, "Gai, rubinetto elettro-pneumatico contro l'ossidazione da imbottigliamento", MeccanicaneWS, 2020, <https://www.meccanicaneWS.com/2020/02/04/gai-rubinetto-elettro-pneumatico-contro-lossidazione-da-imbottigliamento/>

³ Autodesk, sezione "testimonianze dei clienti", <https://www.autodesk.it/customer-stories/gai>

automatizzata a ciclo continuo 24 ore su 24 e 7 giorni su 7⁴.

Circa sei milioni sono stati investiti allo scopo di rendere l'impresa completamente autonoma dal punto di vista termico ed energetico. La fornitura elettrica costante risulta fondamentale per il sostentamento della produzione continua automatizzata e nella campagna in cui è situata l'impresa, questa non è sempre assicurata e ottimale. La GAI possiede un impianto di cogenerazione e un impianto fotovoltaico che le permettono di sostenere le interruzioni di fornitura, ma allo stesso tempo attuare politiche di rispetto ambientale riducendo notevolmente i consumi di CO₂ (il risparmio di CO₂ ammonta a circa 1800 ton/anno). Inoltre, l'impianto è dotato di un accumulatore di energia che permette di eliminare l'utilizzo di batterie, comunemente utilizzate per l'accumulo, in quanto molto inquinanti. Nonostante il notevole risparmio nelle emissioni di CO₂, l'impresa si propone di piantare alberi, allo scopo di assorbire completamente le restanti emissioni prodotte⁵.

2.2.2. Produzione e organizzazione

La quasi totalità dei componenti sono realizzati internamente. Ciascun pezzo è progettato, lavorato e successivamente assemblato nel prodotto finito. Ogni fase del processo produttivo è di fondamentale importanza.

Il processo di sviluppo prodotto è orientato al cliente: i prodotti sono pensati e costruiti per soddisfare le esigenze dei clienti, fornendo elevata qualità e affidabilità, ciò che ha reso l'impresa leader nel settore. La base tecnologica è ciò che accomuna tutte le macchine realizzate, ma ciascun prodotto ha caratteristiche particolari, pensate per uno specifico cliente e che lo rendono unico. Ciò che consente di raggiungere tale obiettivo è l'architettura modulare alla base delle macchine imbottigliatrici Gai⁶. L'adozione di una architettura modulare consente di sviluppare prodotti basati su una piattaforma tecnologica comune. I componenti sono interdipendenti e realizzati per assolvere ad una specifica funzione, possono essere modificati e utilizzati per creare differenti versioni di prodotto⁷. La progettazione del prodotto basata su piattaforma consente di realizzare prodotti derivati customizzati sulle esigenze dei clienti e, per tale ragione, rappresenta un asset strategico distintivo per l'impresa. La fase di progettazione è svolta da un

⁴ Gai, "Broschure 2020", sezione azienda, 2020, <https://www.gai-it.com/?page=azienda>

⁵ Greco F., "Gai investe 6 milioni per l'energia 4.0 nella smart factory di imbottigliatrici", Il Sole 24 Ore, 2017, <https://www.ilsole24ore.com/art/gai-investe-6-milioni-l-energia-40-smart-factory-imbottigliatrici--AEdiTTIB>

⁶ Cantamessa M., Montagna F., "Management of innovation and production development – Integrating business and technological perspectives", London, Springer-Verlag, 2016, pp. 353-355. "Le architetture modulari sono caratterizzate da indipendenza funzionale dei componenti. Ogni componente, quindi, è incaricato di implementare una singola funzione e ogni funzione è soddisfatta da un singolo componente".

⁷ *Ibidem*

ufficio tecnico interno. La mole di lavoro, data dall'elevata quantità di componenti di cui il prodotto finale è costituito, è notevole e le distinte base sono particolarmente complesse. Per tale ragione, l'ufficio interno è supportato da studi esterni. Sebbene questi studi esterni rappresentino una parte fondamentale del processo di sviluppo prodotto, il processo decisionale rimane interno. La funzione ha un *project engineer* che si occupa della definizione dei requisiti del cliente, dell'interfaccia e della gestione delle relazioni con il cliente. Non vi è un reparto specializzato per la funzione di ricerca e sviluppo prodotto, bensì tale attività è affidata ad un ingegnere che la svolge in collaborazione con i progettisti dell'ufficio tecnico.

La produzione, intesa come lavorazione dei componenti della macchina, segue gli ordini ricevuti e le commesse da realizzare. Le macchine produttive di ultima generazione permettono di realizzare componenti dall'alta affidabilità e qualità. Un software di ottimizzazione costi, pianificazione integrata, controllo avanzamento e monitoraggio delle risorse produttive permette all'impresa di gestire la produzione. Il software registra i dati di produzione delle macchine, che vengono quotidianamente utilizzati per il monitoraggio e l'efficientamento del processo produttivo. A tale scopo, l'impresa ha utilizzato il software Microsoft Power BI per realizzare un report interattivo attraverso il quale ottenere facile comprensione dei trends, dei modelli e dei problemi di produzione agli alti livelli aziendali. Tale strumento è stato condiviso anche con i tecnici preposti a ciascuna macchina produttiva, cosicché possano essi stessi agire in modo diretto per la correzione di eventuali inefficienze.

La fase di assemblaggio è la maggiormente complessa: il processo è particolarmente delicato per la quantità di elementi da interfacciare. L'attività è svolta per prodotto sequenzialmente e tra prodotti parallelamente: ciascun prodotto viene assemblato in sequenza, mentre diversi prodotti vengono assemblati parallelamente. Alcuni gruppi di componenti sono assemblati precedentemente e depositati in magazzino, affinché all'occorrenza siano pronti per l'utilizzo, rendendo l'attività di assemblaggio maggiormente semplice e rapida. Inoltre, allo scopo di prevenire eventuali problemi durante la fase finale di collaudo, che potrebbero anche costringere gli addetti a dover provvedere allo smontaggio per poterli risolvere, alcune parti delle componenti sono collaudate precedentemente mediante attrezzature di supporto. È nella fase di assemblaggio che vengono rilevati tutti gli eventuali problemi che il prodotto presenta: gli errori commessi nella lavorazione e nella progettazione, infatti, possono propagarsi lungo tutto il processo produttivo e venire rilevati solo al momento dell'assemblaggio in macchina.

L'impresa adotta una forma organizzativa funzionale: ciascuna funzione assolve al suo compito e trasferisce il lavoro alla funzione successiva. Il layout dell'impianto rispetta la forma organizzativa adottata. Con il layout per processo sono riunite in un unico reparto tutte le

lavorazioni appartenenti ad una stessa tipologia. Ciò permette di avere maggiore flessibilità e adattarsi con maggiore facilità alla produzione customizzata. La forma organizzativa funzionale è efficiente e allo stesso tempo inefficace, a causa della mancanza di coordinamento inter-funzionale. Ciascuna funzione insegue il suo obiettivo e per mancanza di coordinamento tra le funzioni c'è il rischio che non vengano perseguiti gli obiettivi aziendali comuni. Tale problema è evidente nell'impresa esaminata. Sebbene vi siano alcuni scambi informativi tra assemblatori e progettisti, non vi è un organo preposto, un gruppo inter-funzionale che favorisce la comunicazione. Dati e informazioni sono scambiate all'occorrenza, quando nella fase di assemblaggio vi è un problema ed è necessario un nuovo intervento progettuale per risolverlo. Altri scambi avvengono quando gli assemblatori propongono variazioni dei componenti di prodotto ai progettisti, al fine di rendere il processo di assemblaggio maggiormente agevole. Le informazioni sono scambiate in modo informale, attraverso incontri verbali o telefonici e non vi è traccia delle modifiche effettuate per poter risolvere il problema. Le soluzioni adottate sono segnalate soltanto se per poter essere risolto il problema richiede il cambio del disegno CAD: la modifica viene inserita nelle note del disegno. Tale metodo di scambio è preferito per due ragioni:

- la complessità delle informazioni scambiate;
- la vicinanza fisica dei reparti di assemblaggio e progettazione nell'impianto industriale.

Rispetto alla teoria paradigmatica illustrata, l'impresa ha un approccio alla progettazione ancora tradizionale, un processo poco formalizzato e strutturato, in cui i dati produttivi sono poco utilizzati e in modo non efficiente. Se l'impresa riuscisse a compiere il salto paradigmatico necessario sarebbe in grado di aumentare ulteriormente i propri ricavi, convalidando la propria posizione di leader nel settore. Nel complesso, però, non si può non affermare che l'impresa abbia un approccio proattivo: i dati sono già ampiamente utilizzati nei reparti produttivi e con questo lavoro di tesi si cercano di comprendere i vantaggi del loro utilizzo in ambito progettuale.

3. Il lavoro svolto

Il lavoro realizzato è stato suddiviso in due fasi:

- la prima fase è stata caratterizzata da un periodo di osservazione, durato circa due mesi, allo scopo di comprendere come lavora l'impresa e raccogliere i dati necessari all'analisi;
- la seconda fase è stata caratterizzata dalla realizzazione di analisi di tipo descrittivo.

La ricerca effettuata costituisce le fondamenta di una analisi futura di più vasta entità che, sulla base di risultati sostenuti da forte evidenze empiriche, permetterà di definire gli spostamenti procedurali necessari alla risoluzione dei problemi e al miglioramento del processo di sviluppo prodotto. Tale scelta è dovuta alla limitata quantità di dati raccolti le cui ragioni saranno illustrate nel sottoparagrafo successivo.

3.1. I dati raccolti

Per la raccolta dei dati essenziali per l'esecuzione delle analisi, per i quali è stata ottenuta l'approvazione dall'impresa alla divulgazione, sono state utilizzate diverse metodologie e strumenti:

- Interviste informali a progettisti e assemblatori;
- Osservazione diretta;
- Documenti tecnici, quali distinte basi, disegni tecnici .

Allo scopo di rendere le informazioni raccolte utilizzabili, è stato creato un database tabellare, all'interno del quale sono stati inseriti 34 record. La numerosità dei dati raccolti non è notevole per analisi approfondite, ma è sufficiente per realizzare uno studio esplorativo che possa mostrare le potenzialità di questo approccio analitico e che, successivamente, l'impresa possa utilizzare per estendere la ricerca. Due sono le principali ragioni:

- La prima ragione è la casualità nell'insorgenza di problemi. Non è possibile prevedere quando sorgerà un problema. Può accadere che in una giornata ci siano più problemi, ma allo stesso tempo che non vi siano problemi per più giorni. Un periodo di osservazione maggiormente esteso è necessario per la ricerca futura.
- La seconda ragione può essere identificata in difficoltà culturali aziendali. I problemi vengono rilevati per maggioranza nella fase di assemblaggio e, come spiegato nel capitolo precedente, sono gli assemblatori a riportare le informazioni all'ufficio tecnico in modo verbale. Ne consegue che per la raccolta dei dati, ci si è dovuti interfacciare con diverse figure aziendali e soltanto alcune si sono mostrate disponibili per l'attività. Le

informazioni trasmesse tra assemblatori e progettisti non sono tracciate, con la diretta conseguenza che le informazioni necessarie alla realizzazione della analisi potevano essere raccolte soltanto mediante interviste dirette, con un dispendio maggiore in termini di tempo.

Il database dati può essere considerato suddiviso in tre sezioni:

- la prima sezione è composta dalle colonne codice problema e descrizione e permette di identificare il problema che si sta esaminando. Il codice problema è un numero mediante il quale viene identificato il problema. A seguire, vi è una breve descrizione del problema;
- la seconda sezione, composta dalle colonne tipo prodotto e serie prodotto, permette di identificare i prodotti interessati dal problema in esame;
- la terza sezione, di cui fanno parte le restanti colonne, permette di studiare le cause e gli effetti di ciascun problema.

COD. PROBLEMA	DESCRIZIONE	TIPO PRODOTTO	SERIE PRODOTTO	TIPO PROBLEMA	PROCESSO DI REALIZZAZIONE PRODOTTO			TIPO EFFETTO
					PROGETTAZIONE	LAVORAZIONE	ASSEMBLAGGIO	

Figura 3.1: Struttura del database dati

3.2. Le analisi

L'analisi condotta è stata suddivisa in due fasi:

- nella prima fase sono state condotte analisi descrittive per tipo di problema, per tipo di prodotto e per fase di processo di realizzazione del prodotto;
- nella seconda fase è stata realizzata una matrice di correlazione, allo scopo di verificare se ci sono, e quali sono, i problemi che hanno maggiore correlazione sulle fasi di realizzazione del prodotto e analisi descrittive incrociando le variabili sopra citate.

Le quantità di dati limitate non permettono di realizzare analisi predittive, però, per lo scopo che si vuole raggiungere le analisi descrittive realizzate sono sufficienti e illustrano bene lo stato dell'arte dei prodotti e della produzione aziendale.

3.2.1. Analisi per tipo problema

Ciascun problema riscontrato è stato esaminato allo scopo di individuare a quale caratteristica del componente o dei gruppi macchina di prodotto fosse legato. All'interno di ciascuna cella della colonna, sono state, dapprima, inserite le caratteristiche individuate e, successivamente, queste sono state raggruppate per categorie. Sono state ottenute sette diversi tipi problema:

- **dimensione:** all'interno di questa categoria, sono stati inseriti i problemi che hanno interessato una dimensione del componente (lunghezza, spessore, larghezza, ecc.);
- **geometria:** all'interno di questa categoria, sono stati inseriti i problemi che hanno interessato la geometria e la forma del componente;
- **interfaccia:** all'interno di questa categoria, sono stati inseriti i problemi che hanno interessato l'interfaccia di collegamento dei componenti;
- **distinta base** all'interno di questa categoria, sono stati inseriti i problemi che hanno interessato la distinta base;
- **meccanismo di funzionamento:** all'interno di questa categoria, sono stati inseriti i problemi che hanno interessato il non corretto funzionamento dei componenti o dei gruppi macchina;
- **attività di lavorazione:** all'interno di questa categoria, sono stati inseriti i problemi che hanno interessato una specifica attività di lavorazione del processo di produzione;
- **efficientamento:** all'interno di questa categoria, sono stati inseriti i problemi che hanno interessato un miglioramento di prodotto o di processo.

Le categorie appena illustrate non sono state suddivise tra tipi problema che interessano il prodotto e tipi problema che interessano il processo, in quanto avendo a disposizione una limitata quantità di dati, il livello di dettaglio non può essere elevato, diversamente non si otterrebbero risultati. Per la stessa ragione, è stata indicata una categoria, attività di lavorazione, che racchiudesse al suo interno tutte le fasi del ciclo di lavorazione, non inserendo nel grafico, di seguito mostrato, ciascuna fase. Il numero di problematiche maggiormente elevato lo si ha per la categoria "meccanismo di funzionamento". Questo risultato potrebbe essere indice di problemi nel processo di sviluppo prodotto.

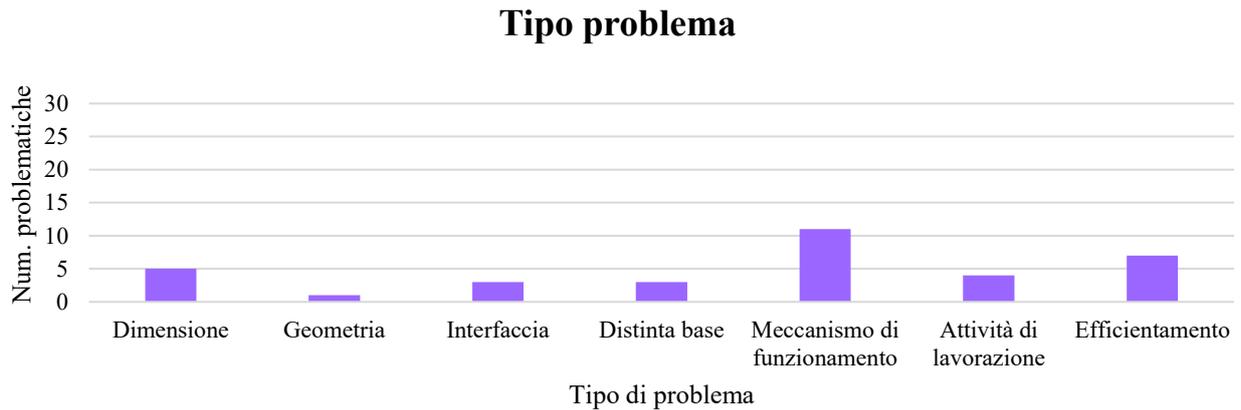


Figura 3.2: Rappresentazione grafica dati per tipo problema.

3.2.2. Analisi per tipo di prodotto

L'azienda realizza due differenti tipi di prodotto: le macchine riempitrici (*filling*) e le macchine confezionatrici (*labelling*). Dall'analisi dei dati, è emerso che circa il 75% delle casistiche interessa i prodotti di tipo *filling* (Figura 3.3).

I prodotti realizzati sono customizzati e personalizzati per rispondere alle esigenze dei clienti. Le frequenti modifiche necessarie per poter soddisfare i requisiti del cliente aumentano la probabilità che insorgano problemi. Inoltre, le macchina di tipo *labelling* hanno subito una crescente standardizzazione negli anni: gran parte dei problemi di questi prodotti sono stati oramai risolti.

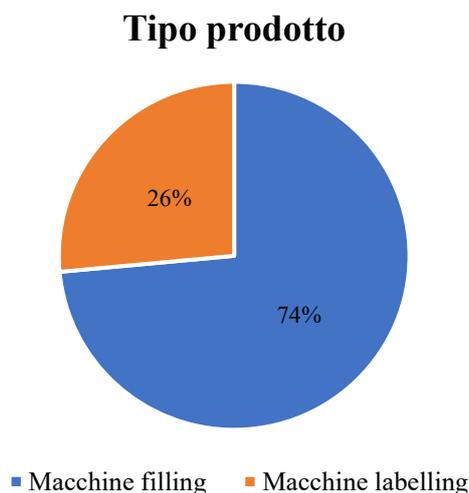


Figura 3.3: Rappresentazione grafica dati per tipo prodotto.

Le macchine appartenenti alla serie X e alla famiglia HP sono quelle su cui sono stati riscontrati maggiormente problemi per le macchine tipo *filling* (Figura 3.4). La serie X comprende le macchine di riempimento per vini fermi fino a 3.000 bottiglie l'ora, macchine affidabili e di

qualità semplici da utilizzare e destinate alle linee produttive di piccoli viticoltori. Questa fascia di produzione è il risultato dell'esperienza nel campo vinicolo dell'impresa ed è la maggiormente venduta. La serie HP, invece, può lavorare fino a 20.000 bottiglie l'ora e appartiene ai modelli di macchine elettropneumatiche, le maggiormente complesse da realizzare, dalle più estese dimensioni e destinate alle grandi produzioni industriali.

È opportuno sottolineare che il 23% dei dati, cioè 8 su 34 casi totali, hanno interessato il modello macchina 18031RE-HP. Tale macchina è uno dei pochissimi modelli dalle così vaste dimensioni che l'impresa ha realizzato. Ne consegue che la progettazione non è ancora stata standardizzata e va tuttavia migliorata. È, quindi, necessario tenere in considerazione che i risultati potrebbero stati influenzati dalla elevata numerosità di dati su questa unica macchina rispetto al totale dei dati raccolti.

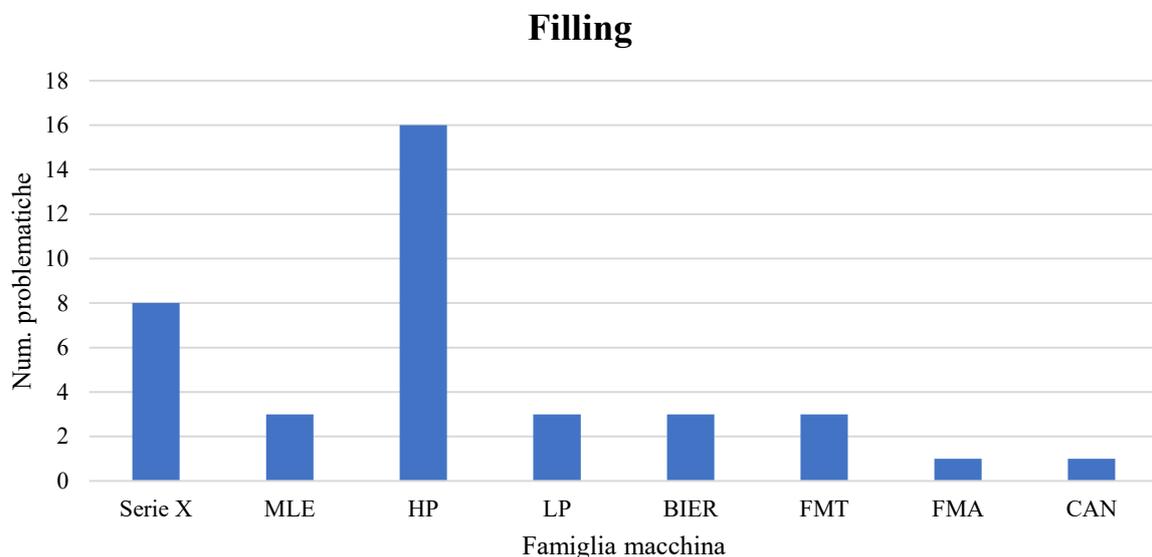


Figura 3.4: Rappresentazione grafica dati per tipo prodotto filling.

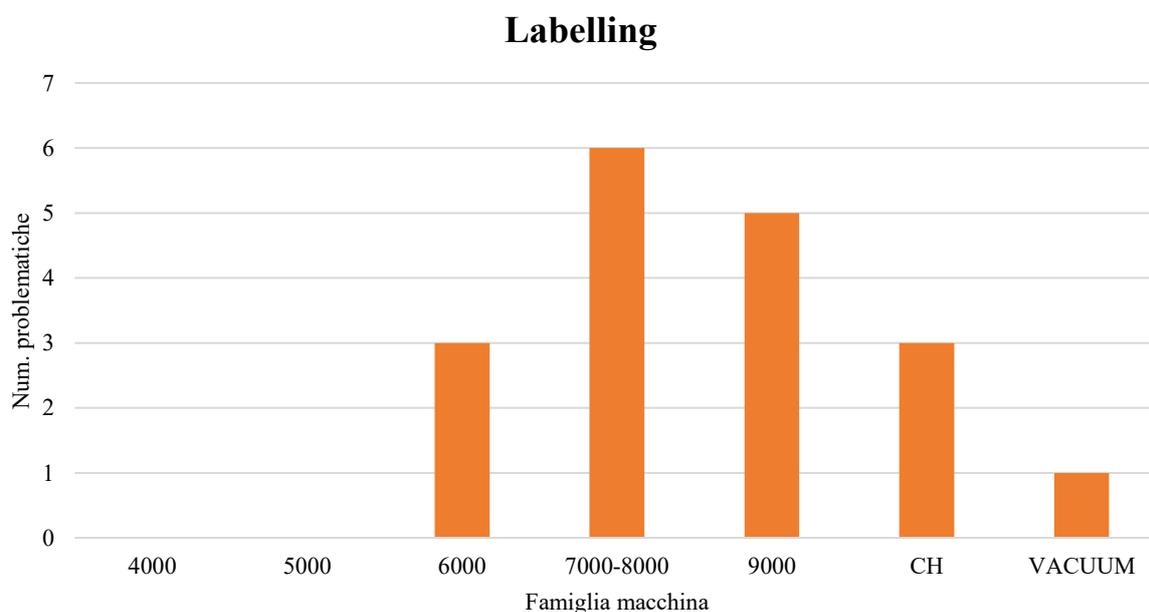


Figura 3.5: Rappresentazione grafica dati per tipo prodotto labelling.

Per le macchine *labelling*, invece, si può osservare dalla figura 3.5 che la famiglia 7000-8000, insieme alla 9000, è quella con maggior numero di casi rilevati. Contrariamente a quanto emerso per le macchine tipo *filling*, le famiglie che sono state interessate da un maggior numero di problemi non sono le più vendute⁸.

Un'opportunità per estendere la ricerca potrebbe essere l'integrazione di questa analisi con i dati di vendita delle macchine potrebbe risultare di elevato interesse. Si potrebbero esplorare due flussi di ricerca paralleli:

- il primo flusso di ricerca è volto a verificare che le macchine nelle quali si riscontrano maggiormente problemi sono anche le maggiormente vendute, in quanto sono quelle su cui l'impresa maggiormente lavora;
- il secondo flusso di ricerca è volto a verificare che le macchine con maggiori problemi sono anche quelle meno vendute, in quanto sono quelle su cui l'impresa meno lavora e ha acquisito meno esperienza.

Utilizzando i dati di vendita, si potrebbe calcolare un indicatore percentuale definito come il rapporto tra il numero di problemi rilevati per una determinata famiglia di prodotto e il numero di macchine vendute per quella stessa famiglia di prodotto, allo scopo di quantificare quanta parte delle vendite per ciascuna famiglia di prodotto ha presentato problemi. La difficoltà di calcolo di questo indicatore può essere individuata nella definizione del periodo temporale di riferimento. Affinché sia assicurata la correttezza formale e di ragionamento, i periodi temporali di riferimento del numero di problematiche individuate e del numero di vendite devono essere congruenti. Le macchine imbottigliatrici, però, per poter essere realizzate trascorrono diverse settimane nella fase di assemblaggio, alle volte anche mesi. Ne consegue che se si considera come macchina venduta quella che è stata fatturata, potrebbe accadere che il prodotto sia stato fatturato nel mese di ottobre 2020, mentre il problema relativo a quel prodotto sia stato rilevato nel mese di settembre 2020. Se si considera come vendita il momento dell'ordine, la situazione non cambia: una macchina ordinata ad inizio 2020 può essere consegnata anche molti mesi dopo. Ciò accade sia per le ragioni appena esposte sulle tempistiche costruttive sia per le diverse esigenze del cliente. Affinché il risultato ottenuto sia rappresentativo della realtà è necessario fare molta attenzione nella selezione dei dati.

⁸ Il dato sulle famiglie di prodotto più vendute, sia per tipo di prodotto *filling* sia per tipo di prodotto *labelling*, sono stati estratti dal report aziendale "*Market analysis*" a cui l'impresa ha concesso libero accesso.

3.2.3. Analisi per fase di processo

Allo scopo di comprendere quale fase del processo fosse la causa dei problemi riscontrati, è stata realizzata una analisi per fase di processo. Il processo di realizzazione del prodotto è considerato costituito dalle tre fasi di progettazione, lavorazione, assemblaggio. Ne è risultato che dei 34 problemi rilevati 20 sono stati causati dalla fase di progettazione, 4 dalla fase di lavorazione e i restanti 10 dalla fase di assemblaggio (Figura 3.6).

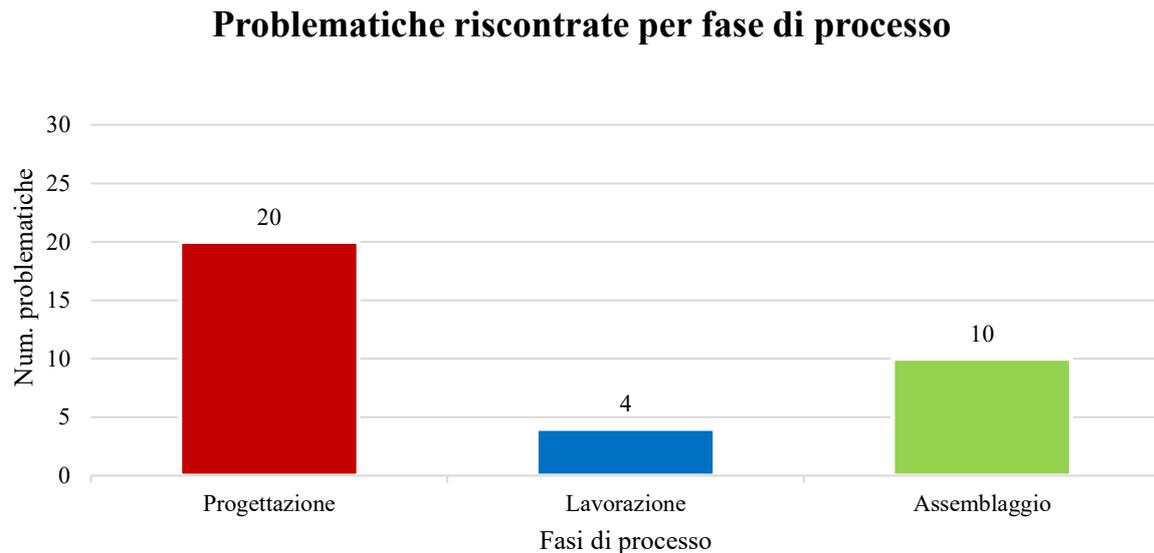


Figura 3.6: Rappresentazione grafica dati per fase processo.

Successivamente sono state studiate le cause per fase, al fine di comprendere se fossero errori di fase, cioè errori nello svolgimento delle attività richieste dalla fase oppure problemi avvenuti in quella fase, ma imputabili ad altre cause. Sono stati trovati per le fasi di progettazione, lavorazione e assemblaggio rispettivamente 15, 4 e 1 errore di fase. Ne consegue, quindi, che per la fase di progettazione il 75% dei problemi è causato da errori nella progettazione e per la fase di lavorazione ci sono solo errori di fase. Per la fase di assemblaggio, invece, soltanto uno dei casi rilevati può essere attribuito ad un errore di fase, mentre i restanti problemi sono perlopiù dovuti, come sarà illustrato in seguito, alla spinta verso il miglioramento del prodotto e del processo da parte degli assemblatori.

Emerge chiaramente che la fase causa di un rilevante numero di problematiche è quella di progettazione, con la conseguenza diretta della presenza di problemi nelle attività del processo di sviluppo prodotto.

Errori di fase

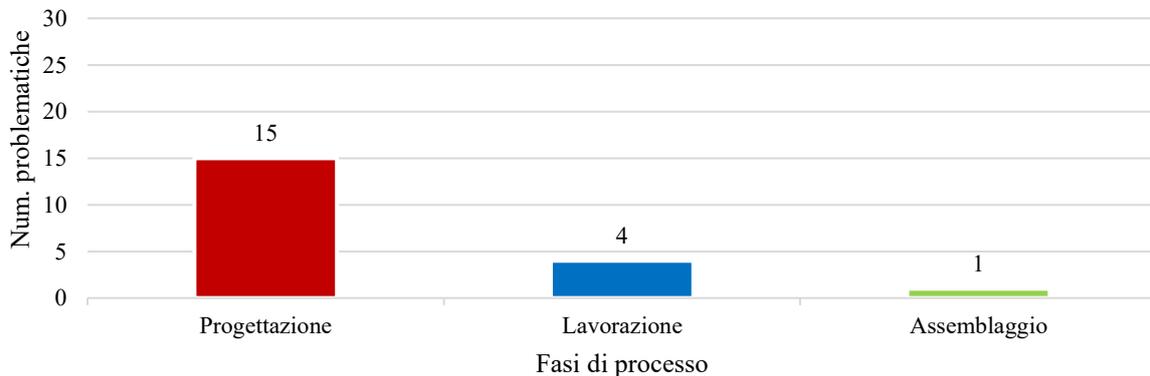


Figura 3.7: Rappresentazione grafica errori di fase per fase di processo.

3.2.4. Matrice di correlazione

Terminata la prima fase di analisi, si è proceduto con la seconda fase. Allo scopo di comprendere se ci fossero problemi con maggiore correlazione su una o più fasi del processo di realizzazione del prodotto, è stata realizzata una matrice di correlazione. A tale scopo, il database di partenza è stato trasformato. Sono state eliminate le colonne superflue, mantenendo soltanto le colonne indispensabili per la matrice e la colonna codice problema necessaria al riconoscimento della casistica esaminata. La colonna tipo di problema è stata suddivisa in sette colonne, una per ciascun tipo di problema e all'interno delle celle è stato inserito il valore 1 se la caratteristica in esame ha interessato il caso rilevato in esame, altrimenti il valore 0. La stessa procedura è stata svolta per le fasi del processo di realizzazione del prodotto.

Per valori di correlazioni maggiori o uguali a 0,70, si ottengono correlazioni forti. Considerando la limitata quantità di dati, si è scelto di prendere valori di correlazioni maggiori o uguali a 0,5, che rappresentano correlazioni medie.

	PROCESSO DI REALIZZAZIONE DEL PRODOTTO		
	Progettazione	Lavorazione	Assemblaggio
Dimensione	0,3267	-0,1569	-0,2680
Geometria	0,1370	-0,0657	-0,1124
Interfaccia	-0,3954	-0,1174	0,4819
Distinta base	0,2448	-0,1174	-0,2008
Meccanismo di funzionamento	0,5441	-0,2626	-0,4464
Attività di lavorazione	-0,4641	0,7155	-0,0354
Efficientamento	-0,5883	0,0657	0,5478

Tabella 3.1: Matrice di correlazione tipi problema su fasi di realizzazione di processo.

Come evidenziato in tabella 3.1, vi sono tre distinte correlazioni:

- la prima correlazione tra il tipo problema «meccanismo di funzionamento» e la fase di progettazione;
- la seconda correlazione tra il tipo problema «attività di lavorazione» e la fase di lavorazione;
- la terza correlazione tra il tipo problema «efficientamento» e la fase di assemblaggio.

Le correlazioni emerse rispecchiano in generale le aspettative: se un componente non funziona nel modo corretto è probabile che vi sia stato un problema di fase per cui il pezzo è stato mal progettato. Tutti i problemi riguardanti le lavorazioni, per le ragioni illustrate nel paragrafo 3.1, sono stati racchiusi nella categoria «attività di lavorazione». Ciò rende naturale una elevata correlazione tra questa categoria e la fase di lavorazione. La terza correlazione tra il tipo problema efficientamento e la fase di assemblaggio, invece, sorprende. Analisi descrittive dei tipi problema per ciascuna fase di processo, mediante grafici a torta che evidenziano la distribuzione percentuale delle problematiche per tipo problema e per fase, sono state realizzate al fine di spiegare ciascuna correlazione.

Per la fase di progettazione, emerge che il 55% dei problemi causati dalla fase sono stati legati al non corretto meccanismo di funzionamento. Come ci si poteva attendere, se la progettazione di un componente o di un gruppo macchina non è eseguita correttamente, vi saranno problemi nel suo/loro funzionamento. Anche se in percentuale minore (25%), sono rilevanti anche i problemi causati legati alla dimensione del componente. È, infatti, possibile notare una debole correlazione (0,33) tra la fase di progettazione e il tipo problema “dimensione”.

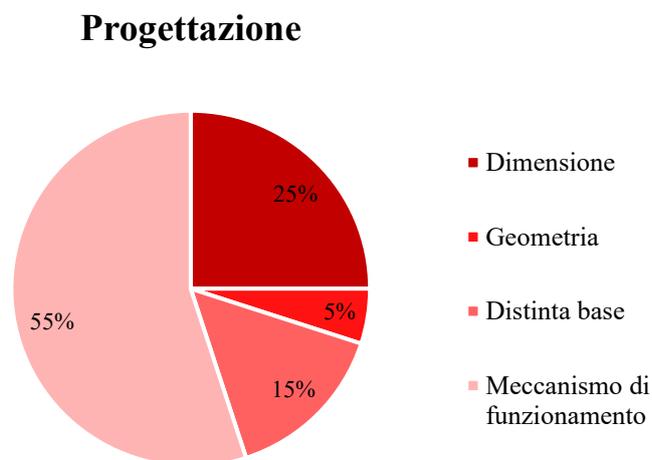


Figura 3.8: Distribuzione percentuale dati per tipo problema per la fase di progettazione.

Come precedentemente riportato nel paragrafo 3.2.1, all'interno del tipo problema "attività di lavorazione" sono stati inseriti tutti i problemi che sono stati legati a fasi del ciclo di lavorazione. Ne consegue che fosse prevedibile identificare una correlazione tra questo tipo problema e la fase di lavorazione. Allo scopo di illustrare meglio cosa accade, in questa fase, si è preferito inserire, nel grafico realizzato, ciascuna fase del ciclo di lavorazione e indicare il numero di problematiche per attività. L'impresa realizza internamente circa il 90% dei componenti e ciascun componente ha un ciclo di lavorazione differente. All'interno del grafico sono state, perciò, riportate le fasi maggiormente comuni.

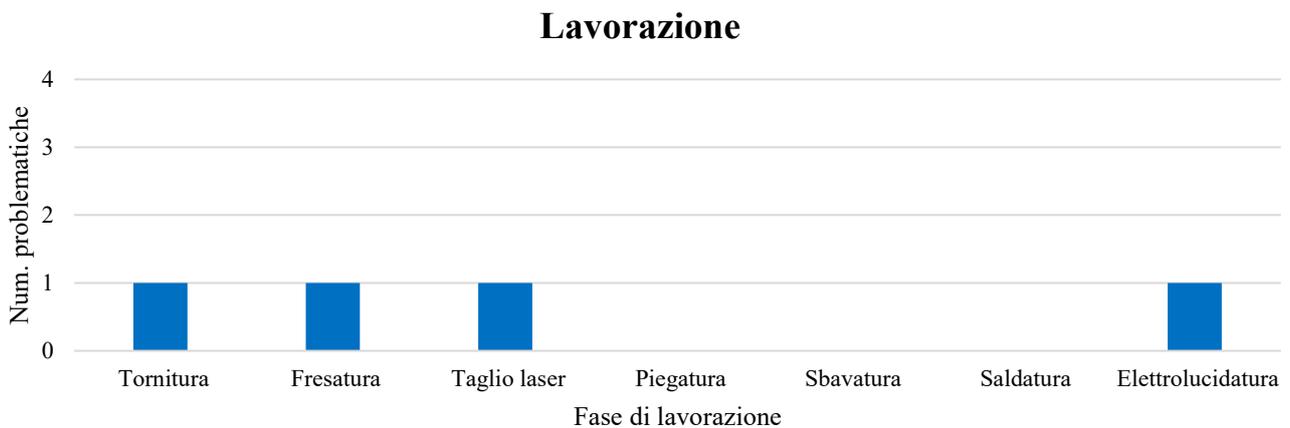


Figura 3.9: Distribuzione dati tipo problema "attività di lavorazione" per fase di lavorazione.

Dalle analisi precedenti, è stato rilevato che vi sono stati 4 problemi causati dalla fase di lavorazione, che rappresentano il 12% dei dati raccolti. Ciascun problema rilevato è stato causato da una fase differente del ciclo di lavorazione. Sebbene la quantità di dati a disposizione per lo studio sia limitata, la bassa percentuale di problemi in lavorazione e il fatto che ciascun problema è causato da una fase diversa, fa pensare che tali problemi siano dettati dalla naturale causalità di un evento. Se lo studio all'interno dell'impresa dovesse proseguire, potrebbe essere una opportunità di analisi verificare quanto appena riportato.

Il grafico a torta 3.10 per la fase di assemblaggio mostra che i problemi causati da questa fase sono legati per il 70% all'efficientamento del prodotto e del processo. L'esperienza degli assemblatori fa sì che questi siano in grado, con le competenze tecniche proprie e acquisite, di proporre variazioni e modifiche utili e pertinenti al miglioramento del processo di assemblaggio, quali la riduzione delle tempistiche di montaggio o la semplificazione del processo. I problemi riscontrati causati da tale spinta verso l'efficienza degli assemblatori possono essere, quindi, considerati come un fattore positivo per l'impresa.

Assemblaggio

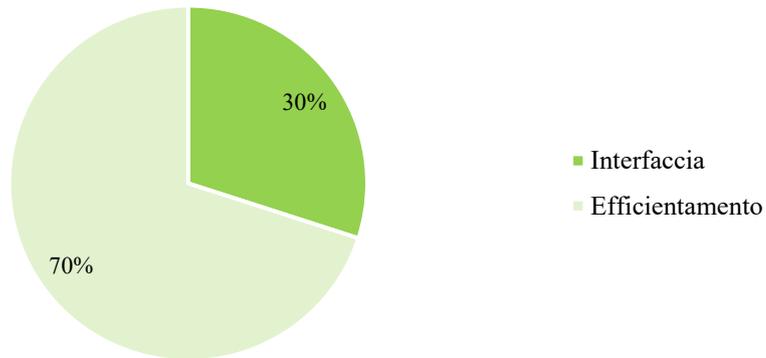


Figura 3.10: Distribuzione percentuale dati per tipo problema per la fase di assemblaggio.

3.2.5. Analisi per tipo di effetto

Identificate e comprese le cause delle casistiche rilevate, si sono analizzati gli effetti. Lo studio dell'impatto che i problemi hanno avuto è stato suddiviso per tipo prodotto.

I grafici a torta 3.7 e 3.8 riportati mostrano che per entrambi i prodotti è maggiore l'impatto sul prodotto rispetto al processo. Le elevate percentuali di impatto sul prodotto insieme a quanto scoperto sulle cause per la fase di progettazione indicano che l'impresa ha ancora molto da lavorare per ottimizzare e migliorare la fase di sviluppo prodotto.

Filling

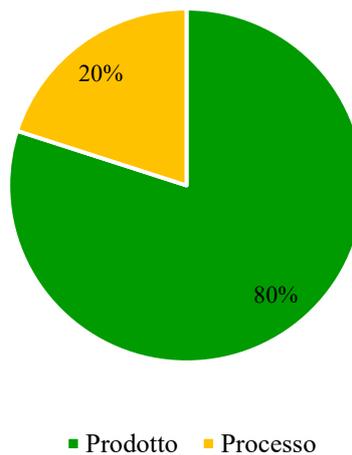


Figura 3.11: Rappresentazione grafica dati per tipo effetto, filling.

Per le macchine di tipo *labelling*, gli effetti sul processo raggiungono quasi il 30%. Tale percentuale non è da sottovalutare: la correlazione precedentemente trovata tra il tipo problema

efficientamento e la fase di assemblaggio spiega tale percentuale, in quanto è testimonianza del continuo miglioramento del processo di assemblaggio attuato dai lavoratori aziendali.

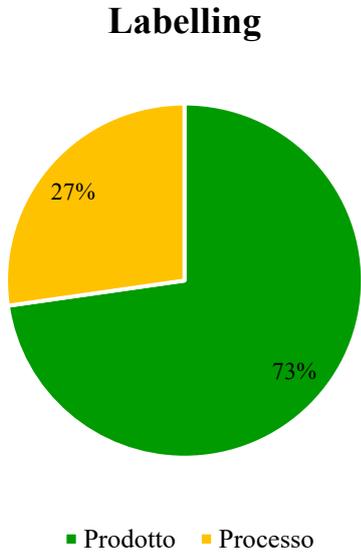


Figura 3.12: Rappresentazione grafica dati per tipo effetto, labelling.

3.2.6. Analisi descrittive

Analisi descrittive sono state realizzate incrociando i dati precedentemente elaborati nelle altre analisi, allo scopo di cercare ulteriori risultati rilevanti.

I grafici 3.9 e 3.10 riportano l'analisi dei dati per famiglia di prodotto per ciascuna fase del processo. Per le macchine di tipo *filling* viene confermato quanto detto in precedenza, le famiglie di prodotto HP e X sono quelle con più problemi e che sono causati dalla fase di progettazione. Riprendendo le considerazioni fatte sulle vendite e sulla complessità dei prodotti, non stupisce che la fase di progettazione sia la causa scatenante di questi problemi.

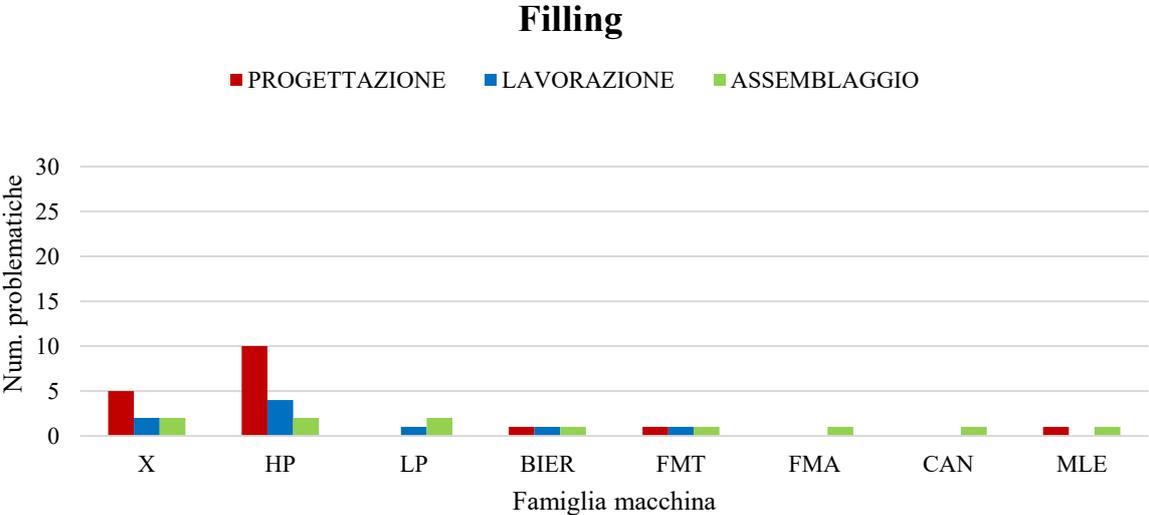


Figura 3.13: Distribuzione dati per famiglia di prodotto filling per fase di processo.

Per le macchine tipo *labelling*, invece, non emerge nessuna evidenza particolare, a conferma che la progressiva standardizzazione di questi prodotti ha fatto sì che la maggioranza dei problemi fossero già risolti.

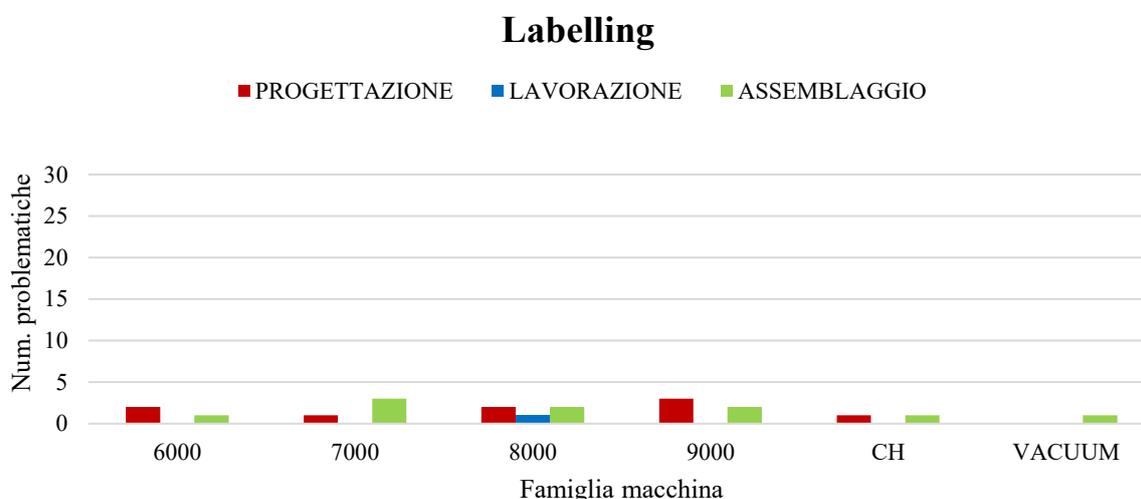


Figura 3.14: Distribuzione dati per famiglia di prodotto labelling per fase di processo.

Il grafico 3.14 riporta i dati per tipo prodotto per tipo problema. Mentre per i prodotti tipo *labelling*, il numero di problemi sorti è distribuito abbastanza omogeneamente, per i prodotti tipo *filling*, viene confermato il numero di problematiche è maggiormente elevato per il tipo di problema “meccanismo di funzionamento”. Risultano rilevanti anche le categorie dimensione ed efficientamento.

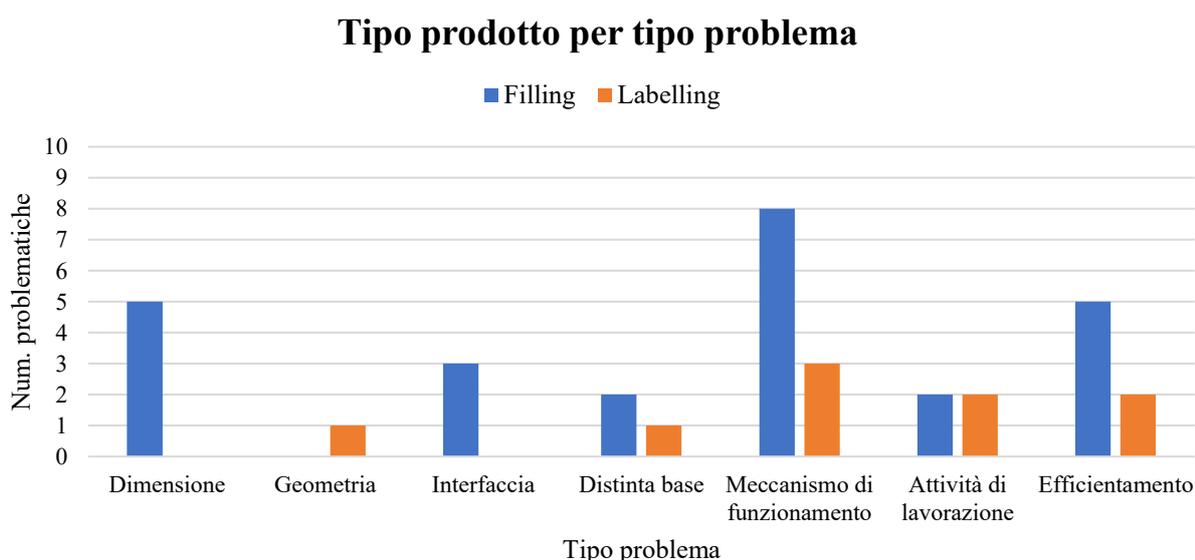


Figura 3.15: Distribuzione dati per famiglia di prodotto per tipo problema.

3.3. I risultati

Riassumendo, dalle analisi fatte emerge che:

- i prodotti che hanno maggiori problemi sono quelli di tipo *filling*;
- i problemi maggiormente frequenti riguardano il meccanismo di funzionamento, la dimensione, l'efficientamento;
- la fase di progettazione è la fase del processo che crea maggiormente problemi.
- i problemi identificati nella fase di assemblaggio sono dovuti alla spinta verso il miglioramento del processo di assemblaggio stesso.

Come detto anche in precedenza, i prodotti di tipo *filling* sono maggiormente complessi da realizzare, meno standardizzati, maggiormente customizzati e soggetti a frequenti modifiche e ciò li rende maggiormente soggetti all'insorgere di potenziali problemi. Inoltre, l'impresa è a conoscenza delle lacune progettuali presenti rispetto ad alcuni modelli specifici di prodotto, di cui la macchina 18031RE-HP rappresenta un esempio, ed ha già sviluppato e/o sta sviluppato delle soluzioni appropriate. Quanto scoperto rispetto alla fase di assemblaggio rappresenta un aspetto positivo. È testimonianza dell'elevato coinvolgimento dei lavoratori nell'impresa, che non svolgono soltanto una attività a fini puramente economici, ma si impegnano e si pongono al servizio del miglioramento del prodotto. Inoltre, è dimostrazione del personale qualificato di cui l'impresa dispone e dell'esperienza acquisita dai lavoratori nel contesto aziendale.

I risultati ottenuti sono perlopiù in linea rispetto alle aspettative aziendali. Le analisi realizzate sono state, infatti, presentate all'amministratore delegato dell'impresa, che si occupa anche della gestione della produzione, che si è mostrato interessato ai risultati ottenuti e alla ricerca, mostrando, inoltre, la disponibilità aziendale a continuare questo percorso, instaurando eventualmente, una vera e propria collaborazione con il Politecnico di Torino.

Per la numerosità dei componenti da interfacciare e la complessità dei prodotti, all'interno dell'impresa in esame, la fase del processo di produzione maggiormente complessa è quella di assemblaggio. Diversamente da quanto ci si poteva attendere, dalle analisi emerge che la fase che causa più problemi è quella di progettazione. Non stupisce, di conseguenza, che un elevato numero di problemi rilevati sia legato al non corretto meccanismo di funzionamento e alla dimensione, due caratteristiche scelte in fase progettuale. Dal 1946, quando l'impresa è stata fondata ad oggi, l'azienda è molto cresciuta trasformandosi in leader nel settore dell'imbottigliamento, garantendo qualità, assistenza tecnica e ricambistica ed investendo in tecnologia e personale altamente qualificato. Nonostante l'impresa sia molto attenta all'esigenze dei clienti, investendo nella ricerca e sviluppo e cercando di anticipare le richieste del mercato, i risultati

ottenuti mostrano la chiara presenza di problemi nella fase di progettazione. Il processo di sviluppo prodotto in una impresa è in parte formalizzato e in parte tacito, dipende fortemente dal prodotto, dall'organizzazione dell'impresa e dalle interazioni tra gli individui. La Gai, nel corso degli anni, ha mantenuto lo stesso processo di sviluppo prodotto: pur comprendendo agli alti livelli la necessità di modificare la procedura seguita in quanto non è più in grado di stare al passo con le dimensioni aziendali, l'impresa non è ancora stata in grado di identificare un processo di sviluppo prodotto idoneo alla produzione attuale. Ciò probabilmente accentuato dalle inerzie cognitive che oppongono resistenza al cambiamento a favore della visione tradizionale del processo di sviluppo prodotto poco formalizzata.

Conclusioni

Il lavoro di ricerca svolto ha cercato di identificare i problemi di prodotto e di processo aziendali allo scopo di definire gli spostamenti procedurali necessari al processo di sviluppo prodotto. La ricerca, attraverso un periodo di osservazione di durata pari a circa due mesi, ha permesso di elaborare strumenti di analisi, quali grafici a barre, a torta e matrici di correlazione, grazie alla costruzione di un database costituito da 34 record. Le analisi condotte hanno permesso di identificare la fase di progettazione, per il processo, e le macchine *filling*, per i prodotti, come maggiormente critici.

L'approccio di lavoro dell'impresa è orientato al cliente. I prodotti hanno tecnologia standardizzata, ma sono personalizzati sulle esigenze dei clienti. Le macchine di tipo *filling* sono maggiormente vendute rispetto alle *labelling* ed inoltre, rispondere a tali requisiti richiede modifiche progettuali continue che fanno aumentare la probabilità che insorgano problemi e potenziali errori nella produzione.

L'azienda nasce nel 1946 come una impresa artigianale. Con il trascorrere degli anni, le tre generazioni, che hanno guidato e continuano a guidare l'azienda, l'hanno trasformata nell'impresa leader al mondo. La crescita ha condotto l'impresa a lavorare in modo industriale: il ciclo di produzione è suddiviso in fasi, operazioni ed atti produttivi ben identificati, omogenei per gruppi e svolti in sequenza secondo il ciclo di lavorazione. Sebbene sia questo il metodo di lavoro dell'impresa in ambito produttivo, ciò non avviene all'interno della fase di progettazione che segue, tuttavia, un modo ancora artigianale di lavorare. La funzione di progettazione non è ancora bene strutturata e organizzata, le risorse sono specializzate e focalizzate ciascuna sul proprio lavoro, con la diretta conseguenza di mancanza di coordinamento interno alla funzione.

Lo studio ha avuto a proprio fondamento l'analisi dei dati provenienti dagli ambienti operativi dell'impresa, allo scopo di dimostrare la centralità dei dati nel contesto odierno per le imprese e come questi possano essere utilizzati per il miglioramento del processo di sviluppo prodotto. Infatti, dall'analisi dei dati è emerso che vi sono problemi nelle attività di sviluppo prodotto che si propagano lungo tutto il processo produttivo e che sono richiesti interventi di miglioramento ed efficientamento. L'azienda ha dimostrato di lavorare in questa direzione, mediante scambi informativi continui tra le funzioni di assemblaggio e progettazione. Tali scambi sono, però, informali e favoriti dalla vicinanza fisica tra i due reparti funzionali. Ne consegue che non vi sia un processo formalizzato per eseguire tale lavoro.

Questo lavoro di tesi integra la letteratura di ricerca sul nuovo paradigma del design e sul ruolo dei dati nel processo di sviluppo prodotto, fornendo un caso di studio esempio di ciò che

avviene nelle piccole-medie imprese del territorio e su come queste affrontano tale cambiamento. È importante sottolineare che tale ricerca si è focalizzata sull'utilizzo dei dati del lato dell'offerta, lo stesso lavoro si potrebbe realizzare dal punto di vista della domanda e si potrebbero ottenere ulteriori risultati. L'impresa ha dimostrato di sfruttare le informazioni, le tecnologie e i software di analisi e visualizzazione dei dati allo scopo di migliorare il processo produttivo e decisionale e migliorarlo, ma vi sono ancora margini di miglioramento e sfide da affrontare, delle quali la risoluzione dei problemi di progettazione rappresenta una di quelle a maggiore rilevanza.

Per la limitata quantità di dati, sono diversi gli aspetti non affrontati e che si potrebbero esplorare in uno studio successivo di maggiore entità. Allo scopo di comprendere come e quanto impattano sul processo di sviluppo prodotto gli studi esterni che collaborano con l'ufficio tecnico, è essenziale la raccolta di informazioni provenienti da questi studi. Inoltre, potrebbe emergere la necessità di internalizzare tutte le attività della fase implementando una maggiore forza lavoro.

Un secondo aspetto potrebbe essere l'integrazione nella ricerca dei dati di vendita, già precedentemente citata e che viene di seguito ripresa. Questi potrebbero essere studiati al fine di testare due differenti ipotesi:

- I prodotti con maggiori problemi sono quelli maggiormente e venduti e su cui l'impresa maggiormente lavora effettuando modifiche per rispondere ai requisiti del cliente;
- I prodotti con maggiori problemi sono quelli meno venduti e su cui l'impresa ha meno esperienza.

Nell'anno 2019, la vendita di ricambi è stata pari a circa il 10% del fatturato totale dell'impresa. L'impresa dedica molti dei suoi sforzi nell'attività di customer service assicurando ai propri clienti la ricambistica necessaria per tutta la vita utile del prodotto. La ricerca futura potrebbe analizzare i dati provenienti dagli ambienti operativi nei quali ci si occupa dei ricambi, allo scopo di verificare se vi sono problemi nella progettazione e realizzazione e per quali componenti, ma anche i dati provenienti dai clienti per identificare quali sono i componenti soggetti maggiormente ad usare e definire possibili alternative progettuali risolutive, quali la variazione del materiale utilizzato, la forma, ecc.

Un ulteriore aspetto non affrontato e di notevole importanza è quello economico. I problemi che si verificano durante il processo produttivo comportano dei costi. Vi sono:

- costi legati alle modifiche apportate;
- costi di rottamazione dei componenti non più utilizzabili;

- costi di rottamazione dei componenti di ordini che si è già cominciato a produrre e che non possono essere recuperati.

La valutazione dei costi dei problemi affrontati e dei benefici delle modifiche può essere di fondamentale importanza allo scopo di comprendere come e quanto impattano sull'impresa in positivo e in negativo.

Sebbene tale ricerca rappresenti uno studio esplorativo, i risultati ottenuti sono notevoli, in quanto evidenziano dove risiedono le problematiche a livello produttivo e a livello organizzativo aziendale. Se si realizzasse uno studio di maggiore entità, i vantaggi che ne potrebbe ricavare l'impresa sarebbero rilevanti. L'impresa potrebbe:

- giungere a confutare quanto scoperto fin ora;
- identificare ulteriori irregolarità che influiscono sul processo produttivo;
- attuare politiche di correzione e miglioramento dei processi aziendali;
- migliorare il prodotto.

La presentazione dei risultati ha ottenuto un riscontro positivo dall'azienda, che si è mostrata favorevole alla prosecuzione e all'ampliamento di tale lavoro, comprendendo la molteplicità di vantaggi a cui una ricerca di maggiore portata con un periodo osservazionale aziendale maggiormente lungo, potrebbe condurre.

Bibliografia

Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM), “*Interim report sui Big Data*”, 2018.

Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM), Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato (AGCM), Garante per la Protezione dei Dati Personali (GPDP), “*Indagine conoscitiva sui Big Data*”, febbraio 2020.

Almeida Fernando L. F., “*Benefits, Challenges and Tools of Big Data Management*”, in *Journal of Systems Integration*, 2017.

Banu A., “*Evolution of Big Data and tools for Big Data analytics*”, in *Journal of interdisciplinary cycle research*, ottobre 2020.

Bertoni A., “*Role and challenges of Data-Driven design in the product innovation process*”, *International Federation of Automatic Control (IFAC) papers online*, 2018.

Cantamessa M., Montagna F., Altavilla S., Casagrande-Seretti A., “*Data-driven design: the new challenges of digitalization on product design and development*”, in *Design Science*, Cambridge university press, 2020.

Cantamessa M., Montagna F., “*Management of innovation and production development – Integrating business and technological perspectives*”, London, Springer-Verlag, 2016.

Chauhan C., Luthra S., Singh A., “*Barriers to industry 4.0 adoption and its performance implications: An empirical investigation of emerging economy*”, in *Journal of cleaner production*, 2020.

Gai, “*Broschure 2020*”, sezione azienda, 2020, <https://www.gai-it.com/?page=azienda>

Gerino C., “*Facebook, la nuova interfaccia grafica da settembre. Ma non piace a tutti*”, sezione tecnologia, *La Repubblica*, 2020, https://www.repubblica.it/tecnologia/social-network/2020/08/27/news/facebook_da_settembre_addio_alla_vecchia_interfaccia_grafica-265636898/

Greco F., “*Gai investe 6 milioni per l’energia 4.0 nella smart factory di imbottigliatrici*”, *Il Sole 24 Ore*, 2017, <https://www.ilsole24ore.com/art/gai-investe-6-milioni-l-energia-40-smart-factory-imbottigliatrici--AEdiTTIB>

Hagiu A., Wright J., “*Quando i dati creano un vantaggio competitivo e quando no*”, *Harvard business review italia*, <https://www.hbritalia.it/gennaio-febbraio-2020/2020/01/09/pdf/quando-i-dati-creano-un-vantaggio-competitivo-e-quando-no-3866/>

Han J., Kamber M., Pei J., “*Data mining, concepts and techniques*”, Third edition, Elsevier, 2012, pp. 1-8.

Ma.I.C., “*Chi è e cosa fa Cambridge Analytica, la società che ha messo nei guai Facebook*”, *Il Sole 24 Ore*, 2018, <https://www.ilsole24ore.com/art/chi-e-e-cosa-fa-cambridge-analytica-societa-che-ha-in-guaiato-facebook-AETt4mJE>

Mcafee A., Brynjolfsson E., “*Big Data: la rivoluzione manageriale*”, Harvard business review italia, 2012, <https://www.hbritalia.it/ottobre-2012/2012/10/01/pdf/big-data-la-rivoluzione-manageriale-14550/>

Mejía-Gutiérrez R., Carvajal-Arango R., “*Design Verification through virtual prototyping techniques based on Systems Engineering*”, in Research in engineering design, Springer-Verlag, London, 2017.

Newman D., “*Why the future of Data Analytics is perspective analytics*”, Forbes, 2020, <https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2020/01/02/why-the-future-of-data-analytics-is-prescriptive-analytics/?sh=79b5c2cd6598>

Osservatorio Big Data & Business Analytics, “*Big Data Analytics in Italia: mercato da 1,4 miliardi*”, 2018, <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/big-data-analytics-in-italia-mercato-da-1-4-miliardi>

Osservatorio Big Data & Business Analytics, “*Rallenta la crescita del mercato Analytics in Italia (+6%) ma le aziende non si fermano*”, 2020, <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/mercato-analytics-italia-2020-rallentamento>

Osservatorio Cybersecurity & Data Protection, “*Cybersecurity in Italia: mercato da 1,37 miliardi e attacchi cyber in crescita*”, 2021, <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/cybersecurity-italia-mercato-crescita>

Pessoa M., “*Smart design engineering: leveraging product design and development to exploit the benefits from the 4th industrial revolution*”, in Design Science, Cambridge university press, 2020.

Poggiani A., Tedeschi G., “*La trasformazione digitale come matrice di crescita*”, in Looking forward – La trasformazione digitale, supplemento allegato al n° 12/2014 dell’Harvard business review Italia, 2014.

RedazioneMU, “*Gai, rubinetto elettro-pneumatico contro l’ossidazione da imbottigliamento*”, MeccanicaneWS, 2020, <https://www.meccanicaneWS.com/2020/02/04/gai-rubinetto-elettro-pneumatico-contro-lossidazione-da-imbottigliamento/>

Shannon L., “*Why the iPhone XR isn’t coming out until October*”, in The Verge, 2018, <https://www.theverge.com/2018/9/14/17857184/apple-iphone-xr-release-date-why-late-october>

Smits A., Hekman E., Van Turnhout K., Nguyen D., “*Data-driven design*”, International Conference on Engineering and Product design education, Herning, 2020.

Tremolada L., “*Quanti dati sono generati in un giorno?*”, Il Sole 24 ore sezione Tecnologia - Infodata, 2019, https://www.infodata.ilsole24ore.com/2019/05/14/quanti-dati-sono-generati-in-un-giorno/?refresh_ce=1

Trombetta S., Chiadò C., Collina L., Giordano L., “*Verso un’organizzazione digitally skilled*”, in Looking forward – La trasformazione digitale, supplemento allegato al n° 12/2014 dell’Harvard business review Italia, 2014.

Valdes P., “*La data protection tra regolamentazione e flessibilità*”, Harvard business review italia, <https://www.hbritalia.it/giugno-2018/2018/06/04/news/la-data-protection-tra-regolamentazione-e-flessibilita-3506/>

Welch D., *“Tearing apart Teslas to find Elon Musk’s best and worst decisions”*, Bloomberg, 2018, <https://www.bloomberg.com/news/features/2018-10-17/tearing-apart-teslas-to-find-elon-musk-s-best-and-worst-decisions>

World Economic Forum (WEF), *“The future of jobs report”*, ottobre 2020.