



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE  
FACOLTÀ DI ECONOMIA “GIORGIO FUÀ”

---

Corso di Laurea Magistrale in Economia e Management  
Curriculum Amministrazione, Finanza e Controllo

**IL CONTROLLO DI GESTIONE NELL'ERA  
DELL'INDUSTRIA 4.0**

**MANAGEMENT CONTROL SYSTEMS IN THE  
AGE OF INDUSTRY 4.0**

Relatore: Chiar.mo

Prof. Marco Gatti

Rapporto Finale di:

Giovanni Faraglia

Anno Accademico 2020/2021

INTRODUZIONE	3
CAPITOLO I IL SISTEMA DI CONTROLLO DI GESTIONE	7
1.1 Aspetti introduttivi	7
1.2 Il modello di Anthony	11
1.3 Il modello di Brunetti	18
1.4 Oltre il sistema di controllo di gestione: il controllo organizzativo e il controllo strategico	21
1.4.1 <i>Il controllo organizzativo</i>	21
1.4.2 <i>Il controllo strategico</i>	25
1.5 Il sistema di programmazione e controllo oggi	28
CAPITOLO II LA NASCITA E L’AFFERMAZIONE DELL’INDUSTRIA 4.0	33
2.1 Industria 4.0: origini e sviluppo	33
2.2 Aspetti definatori dell’Industria 4.0	38
2.3 Sistemi di produzione cyber-fisica e fattori abilitanti di Industry 4.0	43
2.3.1 <i>Le nove tecnologie abilitanti.</i>	46

CAPITOLO III	
IL CONTROLLO DI GESTIONE NELL'ERA DELL'INDUSTRIA 4.0	65
3.1 L'impatto del paradigma Industria 4.0 sul sistema di controllo di gestione	65
3.2 Il processo di pianificazione e controllo nell'Industria 4.0	67
3.3 Gli strumenti innovativi per il controllo di gestione nell'era dell'Industria 4.0	76
3.3.1 <i>Il processo Knowledge Discovery from Data (KDD)</i>	80
3.3.2 <i>Utilizzo del data mining in azienda</i>	85
3.3.3 <i>Considerazioni sugli strumenti di controllo 4.0</i>	89
3.4 La figura del controller nell'Industria 4.0	94
3.5 Controllo di gestione 4.0: alcune sfide per il futuro	102
CONCLUSIONI	107
BIBLIOGRAFIA	111
SITOGRAFIA	115

## **INTRODUZIONE**

In tempi recenti, i sistemi di controllo di gestione sono chiamati ad affrontare una serie di sfide complesse, derivanti dalla rivoluzione digitale in atto. Sempre più spesso, infatti, si richiede a questi sistemi di adattarsi tempestivamente al cambiamento, pena il rischio che la gestione aziendale non perduri nel tempo. In questa prospettiva, è fondamentale che anche il sistema di controllo di gestione si adegui alle importanti innovazioni che la rivoluzione digitale in corso sta comportando cogliendo le opportunità derivanti dalla stessa e cercando di mitigarne i collegati rischi.

L'analisi del percorso evolutivo che ha condotto all'affermazione dell'Industria 4.0, conosciuta anche come quarta Rivoluzione Industriale, infatti, consente di porre in evidenza i rischi e le opportunità per le imprese e per i lavoratori associati a questo importante fenomeno, il quale non risparmia nemmeno il sistema di controllo di gestione inteso come meccanismo operativo a supporto dei processi decisionale dei manager. Temi come la Business Intelligence e il Data Mining, ad esempio, sono diventati, infatti, di fondamentale importanza per il sistema di

controllo direzionale e stanno notevolmente influenzando competenze e mansioni del controller.

Questo elaborato si pone l'obiettivo di capire se e come la quarta Rivoluzione Industriale possa impattare sul sistema di controllo di gestione con riferimento sia agli aspetti più strettamente processuali sia a quelli legati al controller e agli strumenti di controllo.

Il primo capitolo di questo elaborato, in particolare, mostra l'evoluzione conosciuta dal sistema di controllo di gestione, con il fine di evidenziare i tratti distintivi dello stesso e mettere in luce gli eventi che maggiormente hanno condizionato funzioni e ruolo di questo fondamentale sistema.

Il secondo capitolo affronta, invece, il tema dell'Industria 4.0 che è da alcuni anni al centro della trasformazione economica in Italia e nel mondo. In questo capitolo si cerca di fornire elementi utili per la comprensione del fenomeno in oggetto. In particolare, vengono riprese le precedenti rivoluzioni industriali, in modo da evidenziare la correlazione tra innovazioni tecnologiche e modelli produttivi dominanti. Si affrontano, inoltre, le nuove tecnologie definite "abilitanti" che sono al centro della quarta rivoluzione industriale.

Nell'ultimo capitolo si analizza se e come le innovazioni figlie di Industria 4.0 possano influenzare il sistema di controllo di gestione. In particolare, vengono

prese in esame tre componenti fondamentali della funzione: i processi di pianificazione e controllo, gli strumenti utilizzati dalla funzione, sia quelli innovativi, nati o sviluppatosi grazie alle innovazioni prodotte da industria 4.0, sia quelli tradizionali e, infine, il controller, cercando di capire quali nuove competenze questa figura è chiamata ad acquisire e che ruolo deve ricoprire all'interno delle imprese nell'era dell'Industria 4.0. Verranno proposte, infine, alcune riflessioni sulle sfide future che la funzione controlling dovrà affrontare per adeguarsi alle importanti sfide proposte da Industria 4.0.



# **CAPITOLO I**

## **IL SISTEMA DI CONTROLLO DI GESTIONE**

### **1.1 ASPETTI INTRODUTTIVI**

In un ambiente di mercato sempre più complesso da gestire, dove la concorrenza è molto agguerrita e la sopravvivenza delle imprese si fa sempre più difficile, l'azienda è chiamata a prendere decisioni adeguate e tempestive.

In passato, il principale problema di gran parte delle aziende era quello di tenere sotto controllo la qualità del prodotto e il costo delle varie aree aziendali. Oggi, invece, le aziende devono porre maggiore attenzione alle nuove richieste provenienti dal mercato e sono chiamate a tenere sotto controllo in maniera integrata e particolareggiata le globali e multidimensionali condizioni di svolgimento delle attività aziendali, attraverso l'analisi ed il monitoraggio di un numero di variabili in progressiva crescita.<sup>1</sup>

Alla continua evoluzione del modo di fare business si accosta la necessità di adeguare il sistema di controllo. Ecco perché negli anni diversi Autori hanno fornito molteplici e differenziate definizioni del sistema di controllo di gestione.

---

<sup>1</sup> N. CASTELLANO, *Controllo di gestione ed informazioni*, Giuffrè, Milano, 2003.



È bene però chiarire, prima di ricordare le diverse definizioni fornite in letteratura, che il sistema di controllo di gestione viene spesso confuso con alcuni strumenti che lo costituiscono, ad esempio con la contabilità analitica, il budget, il sistema di reporting, ecc. Ciò contribuisce a creare confusione tra controllo di gestione e le sue componenti<sup>2</sup>.

Per cogliere il significato del termine controllo di gestione è opportuno soffermarsi sul termine “*controllo*”. Nella lingua italiana, il termine in questione, fa riferimento alle attività di ispezione e verifica. Il concetto di controllo di gestione, tuttavia, ha derivazione anglosassone (Management Accounting) e risulta, quindi, più opportunamente interpretabile come un’attività di governo e direzione.<sup>3</sup>

L’attività di direzione nelle realtà aziendali si sostanzia con un processo circolare di pianificazione, programmazione e controllo. Tale processo permette all’idea imprenditoriale di trasformarsi in azione, definendo, in primo luogo, gli obiettivi aziendali da raggiungere e, successivamente, verificando il grado di raggiungimento degli stessi e adottando le eventuali azioni correttive<sup>4</sup>. L’attività di pianificazione permette all’impresa di definire gli obiettivi da raggiungere nel lungo periodo per il conseguimento di un vantaggio competitivo duraturo e

---

<sup>2</sup> G. LOMBARDI STOCCHETTI, *Il controllo di gestione nella piccola impresa*, Egea, Milano, 1996.

<sup>3</sup> R. FERRARIS FRANCESCHI, *Sistemi di pianificazione e controllo*, Giappichelli, Torino, 2010.

difendibile<sup>5</sup>. Spesso, questa attività si concretizza con un processo poco strutturato che vede, in un primo momento, l'analisi dei punti di forza e di debolezza dell'azienda ma anche delle minacce e delle opportunità provenienti dall'ambiente esterno<sup>6</sup>.

Risulta, quindi, evidente la centralità di questo processo nelle attività aziendali. Senza un'accurata pianificazione strategica, infatti, le imprese rischierebbero, nel medio-lungo periodo, di compromettere la loro permanenza sul mercato.

Quanto descritto, però, non è sufficiente per garantire il successo dell'impresa. È, infatti, necessario che gli obiettivi di lungo periodo e le linee guida alle quali la gestione azienda deve ispirarsi, vengano opportunamente declinati in obiettivi e piani d'azione di breve periodo.<sup>7</sup> In altre parole, è necessario un passaggio dalle attività di pianificazione strategica ad un sistema di programmazione e controllo.

La programmazione, infatti, rappresenta il processo attraverso il quale si procede con la declinazione degli obiettivi strategici ad intervalli di tempo più brevi, rispetto a quelli previsti nell'ambito della già citata pianificazione.<sup>8</sup>

---

<sup>4</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVELLO, A. PAOLINI, *Controllo di gestione Strutture, processi, misurazioni*, Giappichelli, Torino, 2021.

<sup>5</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVELLO, A. PAOLINI, *opera cit.*

<sup>6</sup> A. PAOLINI, *Il controllo strategico: uno schema di analisi*, Giuffrè, Milano, 1993.

<sup>7</sup> I. MARCHINI, *La pianificazione strategica a lungo termine nell'impresa industriale*, Giappichelli, Torino, 1967.

<sup>8</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVELLO, A. PAOLINI, *opera cit.*

Il rapporto tra pianificazione e programmazione è indispensabile per la buona riuscita della gestione aziendale. È necessario, tuttavia, che ci sia allineamento tra gli obiettivi definiti in fase di pianificazione e quelli determinati in fase di programmazione, in quanto questi ultimi risultano funzionali per il raggiungimento dei primi. Quanto descritto evidenzia come la programmazione non si limiti a declinare gli obiettivi pluriennali in obiettivi annuali, ma svolge anche una funzione di verifica della coerenza tra obiettivi di lungo periodo e quelle di breve.<sup>9</sup>

Il controllo accompagna il processo sopra descritto, infatti, nella fase di programmazione, esso verifica la coerenza tra obiettivi di lungo periodo e quelli di breve, oltre ad osservare costantemente la fase di azione, garantendo un monitoraggio continuo sull'avanzamento dei lavori. È in questa fase, inoltre, che un'eventuale registrazione dei disallineamenti tra il sistema degli obiettivi definiti in fase di programmazione e i risultati conseguiti, aprirebbe una discussione sulle azioni correttive da intraprendere per ristabilire il riallineamento.<sup>10</sup>

Come già anticipato, sono numerosi gli studiosi che nel tempo hanno fornito definizioni del sistema di programmazione e controllo.<sup>11</sup> Questo rende sicuramente difficile, se non impossibile, una trattazione unitaria, ma allo stesso

---

<sup>9</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVIELLO, A. PAOLINI, *opera cit.*

<sup>10</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVIELLO, A. PAOLINI, *opera cit.*

<sup>11</sup> F. AMIGONI, *Misurazioni d'azienda. Programmazione e controllo*, Giuffrè, Milano, 1988; M., BERGAMIN BARBATO, *Programmazione e controllo in un'ottica strategica*, Utet, Torino, 1991; L., BRUSA, *L'amministrazione e il controllo: logiche e strumenti*, Etas, Milano, 2001

tempo è indubbia la rilevanza del contributo Anthony<sup>12</sup>, opera seminale dalla quale hanno preso avvio tutti gli studi successivi.

Ai fini di questo lavoro risulta utile l'analisi del pensiero di Anthony, sia per cogliere i tratti distintivi del sistema di programmazione e controllo, sia per comprendere l'evoluzione che lo stesso ha avuto nel tempo, in modo da avere strumenti sufficienti per interpretare le novità attuate dalla "quarta rivoluzione industriale" sui sistemi di controllo di gestione moderni.

## **1.2 IL MODELLO DI ANTHONY**

Fino agli anni '60 la letteratura specialistica esaltava la dimensione informativa/contabile delle attività di controllo<sup>13</sup>, trascurando gli altri aspetti legati al processo di direzione come, ad esempio, quelli comportamentali o organizzativi.

Lo studioso Robert Anthony elaborò, nel 1965, un modello di riferimento, avente come scopo quello di analizzare e scomporre in chiave sistemica, le differenti attività decisionali, interpretandone il rapporto con i diversi bisogni informativi correlati. Secondo Anthony, "il controllo di gestione è il processo

---

<sup>12</sup> R. N., ANTHONY, *Planning and Control Systems: A Framework for Analysis*, Harvard Business School Press, Boston, 1965.

<sup>13</sup> G. ZAPPA, *Le produzioni nell'economia delle imprese*, 1957.

attraverso il quale i Dirigenti influenzano gli altri membri di una organizzazione al fine di rendere esecutive le strategie dell'impresa"<sup>14</sup>.

Anthony, infatti, parla di sistema di programmazione e controllo individuandolo come uno dei molteplici sottosistemi aziendali che, in quanto tali, sono frutto di elementi e componenti diversi che operano, però, in maniera unitaria. Partendo da tale presupposto, Anthony suggerisce un'articolazione del sistema di programmazione e controllo in tre grandi ripartizioni:

- pianificazione strategica;
- controllo direzionale;
- controllo esecutivo<sup>15</sup>.

L'Autore riconosce ruoli e finalità differenti per ciascuna ripartizione, nonostante facciano tutti parte del medesimo sistema di controllo. È chiaro, dunque, che, per il corretto funzionamento dello stesso, sia necessario che le parti interagiscano tra di loro.

La pianificazione strategica è definita dall'Autore come il processo che permette la fissazione degli scopi dell'organizzazione e delle strategie per raggiungerli. Grazie alla pianificazione strategica vengono definite le direttive per guidare i manager nell'attuazione del controllo di direzione al fine di implementare

---

<sup>14</sup> R. N. ANTHONY, *Sistemi di pianificazione e controllo. Schemi di analisi*, Etaslibri, Milano, 1967.

<sup>15</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVIELLO, A. PAOLINI, *Controllo di gestione Strutture, processi, misurazioni*, Giappichelli, Torino, 2021.

correttamente le strategie aziendali programmate<sup>16</sup>. I manager, quindi, creano le condizioni ideali in maniera tale che le risorse umane e materiali, vengano impiegate nell'azienda in maniera efficiente ed efficace<sup>17</sup>.

Il controllo direzionale, invece, viene definito come il processo attraverso il quale i manager inducono gli altri membri dell'organizzazione ad attuare le strategie. Si traducono gli obiettivi e le linee strategiche di lungo termine in obiettivi e azioni gestionali relativi all'anno corrente, stabilendo le direttive per l'esercizio del controllo operativo. Viene anche identificata la strumentazione di base che prevede la contabilità dei costi, la contabilità analitica, il budget, il reporting e l'analisi degli scostamenti<sup>18</sup>. Il sistema di controllo direzionale viene presentato da Anthony come un sistema "totale", in grado di monitorare tutti gli aspetti riguardanti l'attività aziendale, ciò permette ai manager di avere informazioni su ogni singola parte dell'azienda<sup>19</sup>. L'Autore parla anche di processo "ritmico" perché strutturato su vere e proprie "tabelle di marcia" che definiscono la

---

<sup>16</sup> R. N. ANTHONY, *Il controllo manageriale*, Franco Angeli, Milano, 1990.

<sup>17</sup> Per efficienza si intende "l'attitudine di un'azienda o di un sub-sistema ad ottimizzare la quantità di risorse (input) occorrenti per ottenere un determinato volume di output, contenendo cioè gli sprechi e senza per questo compromettere la qualità dell'output stesso. L'efficacia fa invece riferimento non solo all'abilità di attuare processi di gestione che conducano al conseguimento degli obiettivi predefiniti, ma anche all'attitudine ad ottimizzare i risultati riguardanti gli output della gestione. Cfr., L. BRUSA, *Sistemi manageriali di programmazione e controllo*, Milano, GIUFFRÈ, 2000.

<sup>18</sup> R. N. ANTHONY, *Il controllo manageriale*, opera cit.

<sup>19</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVIELLO, A. PAOLINI, *opera cit.* Cfr. Anthony R.N., Dearden J., Vancil R.F., *Management Control Systems. Cases and Readings*, cit., "It needs to be a total system because an important management function is to assure that all parts of the operation are in balance with one another".

sequenza con cui affrontare determinati step del processo stesso.<sup>20</sup> Anthony definisce il sistema di controllo direzionale altresì come “*coordinato*” e “*integrato*”, in quanto le informazioni prodotte possono riguardare aspetti diversi ma risulta fondamentale mantenere un’adeguata coordinazione e integrazione tra le stesse.<sup>21</sup>

Anthony presenta il controllo direzionale come un “*unicum*” con la “*pianificazione collegata con l’amministrazione corrente dell’impresa*”<sup>22</sup>. È bene precisare che l’attività di controllo direzionale non può esistere senza l’attività di pianificazione strategica; tuttavia, il concetto di pianificazione a cui fa riferimento l’Autore esula dall’attività di definizione degli obiettivi di lungo periodo e delle strategie idonee al loro perseguimento. Il riferimento è a un’attività di pianificazione che deve essere condotta in linea con la più ampia pianificazione strategica, pur rappresentandone un’entità distinta per ciò che riguarda i soggetti coinvolti e le finalità sottese. In altre parole, un’attività di pianificazione sostanzialmente riconducibile alla programmazione.<sup>23</sup>

---

<sup>20</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVIELLO, A. PAOLINI, *opera cit.* Cfr., Anthony R.N., Dearden J., Vancil R.F., *Management Control Systems. Cases and Readings*, cit., “The management control process tend to be rhythmic; it follows a definite pattern and timetable, month after month and year after year.

<sup>21</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVIELLO, A. PAOLINI, *opera cit.* Cfr. Anthony R.N., Dearden J., Vancil R.F., *Management Control Systems. Cases and Readings*, cit., “[...] that is, although data collected for one purpose may differ from those collected for another purpose, these data should be reconcilable with one another”.

<sup>22</sup> R. N. ANTHONY, *Sistemi di pianificazione e controllo*. Schemi di analisi. Etaslibri, Milano, 1967.

<sup>23</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVIELLO, A. PAOLINI, *opera cit.*

Il terzo ed ultimo elemento del sistema di controllo di Anthony è il *controllo esecutivo*, definito come operativo, il quale viene svolto dal personale esecutivo (bottom level) su precise operazioni di gestione e spesso nel brevissimo periodo, per garantire che i compiti specifici vengano portati a termine in maniera efficace ed efficiente<sup>24</sup>.

Il modello sviluppato da Anthony mostra subito i suoi punti di forza quali: l'elevato livello di pragmatismo e la facilità di implementazione.<sup>25</sup> Aspetti, questi, che ne hanno facilitato l'utilizzo e la diffusione. In merito al primo punto, il sistema di controllo di Anthony ricalcava i più comuni processi decisionali aziendali che si attivano con la definizione degli obiettivi, trovano concretizzazione con l'adozione delle decisioni prese ai fini del loro perseguimento e si chiudono con la verifica sul grado di raggiungimento degli obiettivi e l'eventuale definizione di azioni correttive.<sup>26</sup> Allo stesso tempo, altro elemento qualificante e di forza è rinvenibile nella facilità di adozione e di implementazione del modello, ovvero nella possibilità di tradurlo in norme e procedure facilmente adottabili in contesti aziendali differenti.<sup>27</sup>

---

<sup>24</sup> R. N. ANTHONY, *Sistemi di pianificazione e controllo. Schemi di analisi*. Opera cit.

<sup>25</sup> S. MARASCA, *Il controllo di gestione nelle aziende commerciali complesse*, Giappichelli, Torino, 1989.

<sup>26</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVIELLO, A. PAOLINI, *opera cit.*

<sup>27</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVIELLO, A. PAOLINI, *opera cit.*



Negli anni '70, però, i contesti di mercato in cui operano la maggior parte delle imprese, subiscono notevoli mutamenti. Il modello di Anthony era stato pensato per un contesto di mercato statico. In quegli anni, invece, a causa dell'incremento considerevole della concorrenza e di una clientela sempre più esigente e meno disponibile ad accettare soluzioni standardizzate, i mercati si trasformarono in ambienti particolarmente dinamici. Questa trasformazione ebbe effetti notevoli sul modo di gestire le attività aziendali. Ad esempio, il tempo trascorso tra pianificazione strategica e fase operativa era sempre più stretto. I piani strategici di lungo periodo diventano uno strumento non più utile per guidare l'impresa proprio perché, fare previsioni a lungo raggio, in ambienti dinamici in continuo mutamento aumentava considerevolmente il rischio di insuccesso. In questo scenario, risulta evidente come il modello di Anthony, che prevedeva ripartizioni rigidamente definite e separate, sebbene strumentali l'una all'altra, mal si coniugava con un contesto in cui la gestione strategica e quella operativa erano sempre più strettamente legate, tanto da diventare molto spesso un "*unicum*"<sup>28</sup>. Non esisteva più, in sostanza, un momento per fare strategia ed un momento per attuare la strategia.<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup> M. BERGAMIN BARBATO, *Programmazione e controllo in un'ottica strategica*, Utet, Torino, 1991.

<sup>29</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVIELLO, A. PAOLINI, *opera cit.*

Altro aspetto, che si è rilevato critico in quel periodo, era l'eccessiva focalizzazione da parte del modello di Anthony sulle misure monetarie. In un contesto di mercato stabile, nel quale l'efficienza produttiva era la principale leva competitiva i parametri economici/finanziari erano sicuramente validi indicatori per la gestione dell'attività aziendale. Alla luce dei cambiamenti sopra riportati, si presentava però la necessità per i manager di possedere informazioni di misure quantitative non monetarie o qualitative, come quelle legate alla *customer satisfaction*, alla qualità dei prodotti, alla capacità di innovare dell'azienda che rappresentavano i nuovi driver del successo aziendale ma che erano limitatamente contemplate nel modello di controllo suggerito da Anthony.<sup>30</sup>

L'attenzione quasi esclusiva sulle grandezze economico/finanziarie permetteva ai manager di avere ottime conoscenze degli input e degli output del processo produttivo senza far emergere però le relazioni caudo-effetto tra gli stessi. L'indisponibilità di informazioni su aspetti tecnici del processo produttivo o sui clienti, ad esempio, non permetteva di porre in evidenza le cause alla base di eventuali disallineamenti tra quanto previsto e quanto effettivamente conseguito.<sup>31</sup>

Quanto brevemente descritto mostra come i cambiamenti avvenuti in quegli anni hanno condotto verso l'elaborazione di nuovi modelli di

---

<sup>30</sup> F. AMIGONI, P. MIOLO VITALI, *Misure multiple di performance*, EGEA, Milano, 2004.

<sup>31</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVIELLO, A. PAOLINI, *opera cit.*

programmazione e controllo, oltre che ad una riconsiderazione del ruolo e delle funzioni degli stessi all'interno dei moderni contesti competitivi aziendali.

### 1.3 IL MODELLO DI BRUNETTI

In Italia, un importante contributo sui sistemi di programmazione e controllo è stato quello di Brunetti, il quale riprese e ampliò il concetto di controllo direzionale o controllo di gestione proposto da Anthony.<sup>32</sup> Lo studioso, infatti, ha evidenziato quelli che sono i cambiamenti da apportare al modello di Anthony, al fine di garantire l'efficacia e la validità del sistema, nel rinnovato contesto competitivo caratterizzato da condizioni ambientali perturbate.<sup>33</sup> Per Brunetti, in particolare, il sistema di controllo è costituito da tre sub-sistemi:

- struttura organizzativa del controllo,
- struttura tecnico-contabile,
- processo di controllo.

---

<sup>32</sup> Il contenuto del controllo direzionale è il medesimo del controllo di gestione; si tratta infatti di sintagmi dal significato equivalente. Cfr., F. Amigoni, I sistemi di controllo direzionale. Criteri di progettazione e di impiego, Giuffrè, Milano, 1979; G. Brunetti, Il controllo di gestione in condizioni ambientali perturbate, Angeli, F., Milano, 1989; M. Saita, Il controllo di gestione. Dall'esperienza industriale alla proposta di un modello per le aziende di credito, Giuffrè, Milano, 1979; L. Brusa, F. Dezzani, Budget e controllo di gestione, Giuffrè, Milano, 1983; P. Bastia, Programmazione e controllo dei progetti integrati, Clueb, Bologna, 1986; E. Santesso-U. Sòstero, Strumenti per il controllo di gestione nelle unità sanitarie locali, Cedam, Padova, 1987; L. Marchi, I sistemi informativi aziendali, Giuffrè, Milano, 1993; A. Paolini, *Il controllo strategico: uno schema d'analisi*, Giuffrè, Milano, 1993.

<sup>33</sup> G. BRUNETTI, *Il controllo di gestione in condizioni ambientali perturbate*. FRANCO ANGELI, Milano, 1999.

La prima distingue e definisce le responsabilità economico-finanziarie tra i diversi soggetti coinvolti nel controllo; vengono quindi a crearsi delle aree organizzative, denominate centri di responsabilità. L'organizzazione viene suddivisa in unità organizzative al cui vertice è collocato un manager che è ritenuto responsabile del conseguimento di uno specifico insieme di risultati e/o dell'uso di determinati fattori produttivi, (es. centri di spesa, di costo, di ricavo, di profitto e di investimento).

La struttura tecnico-contabile, invece, definisce gli strumenti informativi che costituiscono la contabilità direzionale, la quale si rivela utile al management per misurare le prestazioni raggiunte a livello economico e finanziario. Tale struttura si avvale del sistema informativo amministrativo, il quale, a partire da dati elementari, monetari e non, inoltre, tramite processi di elaborazione che prevedono l'utilizzo di una specifica strumentazione e di supporti informatici, produce utili informazioni economiche, fornite poi dal sistema di controllo di gestione, ai diversi manager coinvolti, a vari livelli, nella direzione dell'impresa. La contabilità direzionale, per fornire i dati quantitativo-monetari con i quali il processo di controllo si svolge, utilizza diversi strumenti, identificabili in: contabilità generale, contabilità analitica, sistema di budget, sistema delle variazioni e sistema di reporting.<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> A. ARCARI, *Programmazione e controllo*, McGraw-Hill Education, Milano, 2014

Il processo è la metodologia in base alla quale avviene l'attività di controllo e si sostanzia in un meccanismo di retroazione articolabile in diverse fasi di controllo<sup>35</sup>:

- definizione degli obiettivi; la direzione aziendale deve procedere con la definizione degli obiettivi e la loro traduzione in termini economici-monetari all'interno del budget.
- determinazione dei risultati ottenuti: oltre a determinare quello che è avvenuto in via consuntiva, si tratta anche di anticipare la conoscenza dell'esito futuro degli eventi, prima che essi si manifestino in modo completo;
- confronto con gli obiettivi di riferimento;
- analisi (eventuale) delle cause e delle differenze;
- attuazione (eventuale) di un'azione correttiva.<sup>36</sup>

Il sistema di controllo manageriale risulta così formato da una componente statica e una componente dinamica, strettamente connesse tra loro. Il processo, infatti, attraverso le diverse modalità di funzionamento, può modificare fortemente la struttura, la quale rappresenta la base su cui il processo opera e ha il potere di influenzarlo. Nella progettazione di una delle componenti del sistema dovranno, dunque, essere prese in considerazione le caratteristiche delle altre componenti,

---

<sup>35</sup> G. BRUNETTI, *Il controllo di gestione in condizioni ambientali perturbate*, opera cit.

<sup>36</sup> A. ARCARI, *Programmazione e controllo*, McGraw-Hill Education, opera cit.

per assicurarsi che gli elementi del sistema siano tra loro coerenti e agiscano nella stessa direzione.<sup>37</sup>

Brunetti, tuttavia, riconosce un ulteriore elemento del sistema di controllo di gestione: lo stile; anche se non è identificato come una parte componente del sistema, è fondamentale perché influisce su tutti gli output del controllo, andando ad incidere sull'intero sistema aziendale.<sup>38</sup>

## **1.4 OLTRE IL SISTEMA DI CONTROLLO DI GESTIONE: IL CONTROLLO ORGANIZZATIVO E IL CONTROLLO STRATEGICO**

### *1.4.1 Il controllo organizzativo*

Negli anni '70 il modello proposto da Anthony entra in crisi in quanto non più adatto ad un contesto dinamico ed incerto nel quale competere significava porre attenzione ad ogni aspetto della gestione, compresa la dimensione umana del controllo e dei relativi riflessi sul comportamento.<sup>39</sup>

Maggiore importanza viene attribuita alla dimensione organizzativa con il modello di Brunetti, il quale riconosce l'influenza esercitata sul sistema di controllo da parte di fattori organizzativi, fattori umani (capacità, conoscenze, motivazioni, aspettative) e fattori sociali<sup>40</sup>.

---

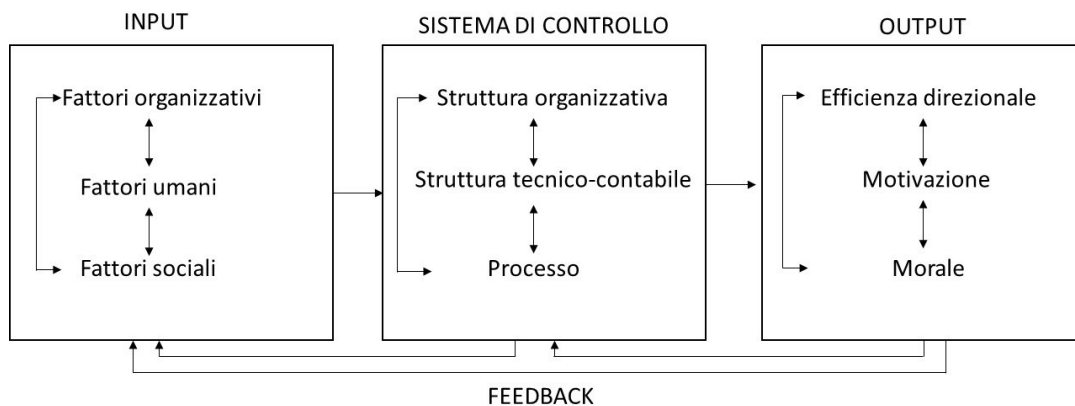
<sup>37</sup> G. BRUNETTI, *Il controllo di gestione in condizioni ambientali perturbate*, opera cit.

<sup>38</sup> G. BRUNETTI, *Il controllo di gestione in condizioni ambientali perturbate*, opera cit.

<sup>39</sup> M. BORDIGNON, *Il controllo di gestione. Strumenti, evoluzione, esigenze e potenzialità*, Le Fonti, Milano 2008.

<sup>40</sup> G. BRUNETTI, *Il controllo di gestione in condizioni ambientali perturbate*, opera cit.

Fig.1: Il sistema di controllo proposto da Brunetti.



Fonte: G. Brunetti, *Il controllo di gestione in condizioni ambientali perturbate*. 1999, p.15.

Anche autori internazionali come Kaplan, Dalton, Flamholtz, Ouchi e Maguire, concentrano i loro studi sulla dimensione umana del controllo, riconoscendo come il fattore comportamentale possa essere elemento determinante per l'efficacia dei sistemi di controllo.<sup>41</sup>

Emerge, dunque, l'importanza della valenza organizzativa del sistema di controllo manageriale e il contributo di questi autori da avvio ad una nuova linea di studio: il controllo organizzativo.

Gli studiosi appratenti a questa scuola di pensiero ritengono che non sia possibile dividere gli aspetti "strutturali" del sistema di controllo di gestione dal

<sup>41</sup> Cfr. E. Flamholtz, *Organizational control system as a managerial tool*. California Management Review. 1979.

W. G. Ouchi, M. A. Maguire, *Organizational Control: Two Functions*, 20(Admin, Sci, Quart), 1975.

G. W. Dalton, *Motivation and control in organizations*, 1971.

fattore umano, ciò implica che i sistemi di controllo dovrebbero essere orientati a garantire che i comportamenti e le azioni dei soggetti coinvolti siano coerenti con gli obiettivi aziendali.

Il funzionamento del sistema di controllo di gestione non dipende unicamente dagli aspetti procedurali, dalle metodologie, o dalle tecniche di controllo. Diventa necessario lavorare anche su variabili organizzative, psicologiche e culturali interne al sistema aziendale.

Il controllo organizzativo è un sistema di controllo che ha il fine di influenzare il comportamento dei soggetti che operano al suo interno, per mezzo di strumenti di motivazione e di incentivazione del personale e dei manager, indispensabili per garantire la collaborazione nel raggiungimento degli obiettivi aziendali, in particolare laddove il metodo di direzione attuato preveda il ricorso a deleghe decisionali.<sup>42</sup> È opportuno specificare che il controllo organizzativo non svolge alcuna attività di verifica del comportamento delle persone, piuttosto cerca di anticipare i potenziali comportamenti devianti, attraverso un'azione di influenza e persuasione.<sup>43</sup> In altre parole, risulta errato intendere il controllo organizzativo come controllo delle azioni degli individui.

Le proposte più moderne scompongono il sistema di controllo manageriale in sub-sistemi di controlli che si integrano e coordinano tra loro, in modo da

---

<sup>42</sup> R. FERRARIS FRANCESCHI, *Sistema di pianificazione e controllo*. Torino, Giappichelli, 2010.

<sup>43</sup> K. A. MERCHANT, *Control in Business Organizations*, Ballinger, Cambridge, 1985.



aumentare la possibilità di successo aziendale.<sup>44</sup> I sistemi di controllo tradizioni, “planning controls”, e “cybernetic controls”, sono, dunque, accompagnati da altri sistemi di controllo quali: “reward and compensation controls”, gli “administrative controls” e i “cultural controls”.

I primi, “reward and compensation controls”, sono strumenti volti ad incrementare la motivazione del dipendente e di riflesso a migliorare le performance collettive, attraverso la leva retributiva. Le ricompense possono essere monetarie, come bonus salariali per obiettivi raggiunti, ma anche non monetarie, ad esempio ricompense legate alla carriera o al grado di autonomia e responsabilità connessa alla posizione.<sup>45</sup>

Gli “administrative controls” dipendono sia dalle forme di controllo esercitate dalla struttura organizzativa, la quale incoraggia specifici contatti e relazioni, sia dal modello di governance adottato, dal quale dipende la dislocazione dell’autorità e dei poteri assegnati ai diversi soggetti. Infine, le politiche e le procedure presenti in azienda specificano quali compiti e comportamenti debbano essere svolti e tenuti.

I “culture controls”, invece, rappresentano una forma di controllo esercitata dalla cultura organizzativa che viene definita da Flamholtz come

---

<sup>44</sup> T. MALMI, D. A. BROWN, *Management control system as a package – Opportunities, challenges, and research directions*, Elsevier, Management Accounting Research, 2008.

<sup>45</sup> T. MALMI, D. A. BROWN, *Management control system as a package – Opportunities, challenges, and research directions*, opera cit.

l'insieme di valori, credenze e norme sociali che tendono ad essere condivise tra i membri dell'organizzazione, influenzandone pensieri e azioni.<sup>46</sup>

I sistemi di controllo tecnico-contabili non rappresentano più l'unico strumento di controllo manageriale. Se questo era vero negli '60, oggi la definizione di controllo manageriale abbraccia anche la dimensione organizzativa. Va precisato, tuttavia, che Anthony riconobbe i limiti del proprio modello, giungendo, nel 1988, a dare una nuova definizione di sistema di controllo, intendendolo come: "il processo attraverso il quale i manager inducono gli altri membri dell'organizzazione ad attuare le strategie dell'organizzazione". Questa definizione è meno meccanicistica della precedente e lascia trasparire una precisa sensibilità agli aspetti organizzativi e comportamentali che caratterizzano il processo di controllo.<sup>47</sup>

#### *1.4.2 Il controllo strategico*

Il modello tradizionale di controllo, basato sulla tripartizione delle attività, viene messo in discussione per la netta separazione tra la pianificazione strategica e il controllo direzionale.

Se è vero che il modello di Anthony ben si adatta ad ambienti stabili e prevedibili, è vero anche che tali caratteristiche difficilmente rispecchiano il

---

<sup>46</sup> E. FLAMHOLTZ, *Organizational control system as a managerial tool*. California Management Review, 1979.

contesto in cui l'impresa si trova oggi ad operare, caratterizzato invece da una sempre maggiore turbolenza e complessità.<sup>48</sup>

La turbolenza, intesa come frequenza ed imprevedibilità dei cambiamenti, rende sempre più difficile distinguere tra aspetti di breve e di lungo periodo e riduce drasticamente il tempo a disposizione per intraprendere azioni correttive.

La complessità ambientale, invece, nasce dal passaggio da strategie basate sulla leadership di costo a strategie basate sulla customizzazione e sulla differenziazione dei prodotti.

In un ambiente così caratterizzato, il sistema di controllo tradizionale mostra diversi limiti. In primo luogo, l'utilizzo prevalente di soluzioni informative contabili conduce a focalizzare l'attenzione sugli indicatori economico-finanziari non più capaci, da soli, di monitorare un contesto sempre più complesso. Il sistema di controllo tradizionale, inoltre, risulta orientato al passato. Infatti, le azioni dello stesso si concretizzavano con un confronto tra risultati conseguiti e quelli prefissati. Questi aspetti rendono il sistema di controllo tradizionale scarsamente flessibile e incapace di cogliere la dinamicità dell'ambiente in cui l'impresa opera.<sup>49</sup>

---

<sup>47</sup> A. BUBBIO, *Il controllo di gestione che si dovrebbe fare ma non si fa*. Sviluppo&Organizzazione. 2012.

<sup>48</sup> G. AZZONE, *Sistemi di controllo di gestione. Metodi, strumenti e applicazioni*. Etas, Milano, 2006.

<sup>49</sup> M. BORDIGNON, *Il controllo di gestione. Strumenti, evoluzione, esigenze e potenzialità*, Le Fonti, Milano, 2008.

Si giunge, così, ad un'idea di sistema di controllo nuova in cui la dimensione strategica e quella operativa sono direttamente collegate, al fine di supportare in maniera adeguata la capacità delle aziende di dominare il proprio contesto ambientale.<sup>50</sup>

Ad oggi è difficile trovare una definizione di controllo strategico universalmente accettata. Esistono impostazioni diverse che, talvolta si integrano e talvolta si scontrano e ciò crea spazio per speculazioni scientifiche ma anche per soluzioni applicative.<sup>51</sup>

Brusa definisce il controllo strategico come un “controllo gestionale sulle variabili ritenute strategiche per il successo aziendale”.<sup>52</sup> In questa definizione il focus è l'oggetto del controllo, ovvero le variabili strategiche per il successo aziendale. L'approccio è simile al sistema di controllo di gestione tradizionale, con la differenza degli strumenti utilizzati, perché l'oggetto del controllo non è dato più dalle variabili economiche finanziarie ma dalle variabili ritenute strategiche per l'impresa.

Per Amigoni, invece, il controllo strategico è uno strumento atto a determinare un comportamento organizzativo orientato alla strategia.<sup>53</sup> Netta

---

<sup>50</sup> C. Z. MUHAMMAD-Jamil, & R. MOHAMED, *Antecedent factors of environmental management accounting practice*. International Journal of Economic Research. 2017.

<sup>51</sup> S. MARASCA, *Misurazione della performance e strumenti di controllo strategico*, Esculapio, Bologna, 2011.

<sup>52</sup> L. BRUSA, *Lezioni di economia aziendale*, Giappichelli, Torino, 2013.

<sup>53</sup> S. MARASCA, *Misurazione della performance e strumenti di controllo strategico*, Esculapio, Bologna, 2011.

risulta la separazione con la definizione precedente. In questo caso, infatti, il focus della definizione è sulla finalità del controllo, ovvero sulla capacità del sistema di controllo strategico di orientare i comportamenti dei singoli alla strategia.

Garzoni introduce con la sua definizione una seconda finalità del sistema di controllo strategico. per lo Studioso, infatti, il sistema è finalizzato a fornire agli organi di governo e del vertice aziendale tutte le informazioni necessarie per decidere se e come modificare la strategia.

Silvi, invece, propone una definizione più ampia che riprende quanto formulato dagli altri Autori: “Il controllo strategico è il sistema finalizzato a supportare i processi di riformulazione, attuazione e monitoraggio della strategia aziendale attraverso l’analisi della coerenza dei fattori sui quali la strategia è basata e delle dinamiche competitive in atto”<sup>54</sup>.

In altre parole, il controllo strategico è un sistema, un insieme di strumenti, routine organizzative, procedure, volto a fornire informazioni circa le dinamiche competitive aziendali ma anche sullo stato di attuazione della strategia.

## **1.5 IL SISTEMA DI PROGRAMMAZIONE E CONTROLLO OGGI**

Numerose sono le interpretazioni che la letteratura accademica ha fornito del sistema di pianificazione e controllo. La molteplicità dei contributi sul tema ha

consentito di porre in luce aspetti e caratteristiche diverse dello stesso, oltre che di evidenziare la necessità da parte delle imprese di servirsi di tale strumento per supportare e ad orientare i processi decisionali aziendali.

Nonostante siano numerosi i contributi sul tema, appare chiara la tendenza ad interpretare il sistema di pianificazione e controllo come uno strumento di guida e di governo dell'azienda.<sup>55</sup> Risultano condivise alcune finalità del sistema di controllo di gestione, in particolare:

- **Monitoraggio e supporto dell'attività decisionale.** Tali sistemi, attraverso una serie di strumenti e procedure, forniscono informazioni alla direzione aziendale, supportando i processi decisionali. A preventivo le informazioni prodotte consentono di valutare i programmi operativi di gestione dal punto di vista economico-finanziario e di valutarne la validità e la fattibilità. Nel corso della gestione, il sistema in questione permette di valutare la bontà delle scelte effettuate, confrontando i dati previsti con quelli effettivi. In caso di disallineamento, la direzione può intraprendere tempestivamente azioni correttive. A consuntivo, essi forniscono informazioni utili per l'azione futura.
- **Coordinamento.** Coordinare le attività aziendali significa allineare gli obiettivi definiti a livello di singola unità organizzativa con quelli definiti a livello

---

<sup>54</sup> R. SILVI, *"Il controllo strategico della gestione d'impresa"*, IL Mulino, Bologna, 2007.

<sup>55</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVIELLO, A. PAOLINI, *opera cit.*

aziendale. Il sistema di pianificazione e controllo ha come scopo, tra gli altri, di verificare tale coerenza.

- **Responsabilizzazione.** Ogni persona viene responsabilizzata al raggiungimento di certi obiettivi, una volta affidati, e le leve, in termini di mezzi e risorse, per raggiungerli.
- **Orientamento (direzione di marcia).** Fissando gli obiettivi ed esplicitando le priorità dell'attività aziendale si finalizza il comportamento degli individui in modo tale che esso sia il più possibile coerente con la missione e gli obiettivi aziendali.
- **Funzione motivazionale.** Strettamente collegato alla responsabilizzazione. Affinché ci sia la condivisione degli obiettivi per far sì che i comportamenti dei singoli siano in linea con quello strumentale al raggiungimento degli stessi, è necessario che il meccanismo di controllo si collegato a quello premiante.
- **Apprendimento.** L'analisi degli scostamenti diventa un'occasione per capire le ragioni che hanno causato risultati più o meno in linea con quelli attesi. Ciò permette di maturare esperienza per migliorare la gestione corrente.
- **Diffusione di una cultura meritocratica.** La definizione degli obiettivi e il monitoraggio del raggiungimento degli stessi per mezzo di misurazioni imparziali ed obiettive, permette l'implementazione di un meccanismo di

incentivazione finalizzato a premiare coloro i quali hanno contribuito fattivamente al perseguimento degli scopi ultimi dell'organizzazione.<sup>56</sup>

Quanto detto evidenzia come sia di primaria necessità per le imprese disporre di un sistema di programmazione e controllo per poter competere in contesti dinamici e competitivi come quelli attuali.

Dopo aver trattato dell'evoluzione della materia, questo lavoro si pone l'obiettivo di verificare se e come le innovazioni e gli strumenti riconducibili all'Industria 4.0 possano influenzare il processo e gli strumenti di controllo, ma anche dei ruoli, funzioni e competenze della figura del controller.

---

<sup>56</sup> M. S. CHIUCCHI, G. IACOVELLO, A. PAOLINI, *opera cit.*





## CAPITOLO II

### LA NASCITA E L’AFFERMAZIONE DELL’INDUSTRIA 4.0

#### 2.1 INDUSTRIA 4.0: ORIGINI E SVILUPPO

Il Novecento è stato un secolo caratterizzato da grandi e prodigiose scoperte scientifiche e culturali, le quali hanno cambiato radicalmente il nostro stile di vita, ma anche il modo di fare impresa. Le invenzioni più travolgenti sono quelle avvenute sul finire del secolo scorso, come l’avvento del web, che ha determinato una vera e propria rivoluzione digitale, ossia il passaggio dalla tecnologia meccanica ed elettronica analogica a quella digitale. L’adozione dei computer e delle memorie digitali ha dato il via ad uno sviluppo iniziato nei paesi industrializzati negli anni Cinquanta, che è proseguito fino ai giorni nostri all’interno della cosiddetta terza e, poi quarta, Rivoluzione Industriale (o informatica). La *Digital Transformation*<sup>1</sup> è il fattore determinante alla base dei

---

<sup>1</sup>La letteratura sulla trasformazione digitale è dispersa tra tecnologie dirompenti, piattaforme e nuove tecnologie abilitanti come Big Data, Internet of Things (IoT), Industria 4.0, Cloud computing e fabbricazione digitale (processo attraverso cui è possibile creare oggetti solidi e tridimensionali partendo da disegni digitali). Le tecnologie dirompenti in letteratura si riferiscono a tecnologie che hanno il potenziale per introdurre nuovi attributi di prodotto, i quali potrebbero diventare una fonte di vantaggio competitivo (Christensen, 1997); mentre una piattaforma è definita come “qualsiasi combinazione di hardware e software che fornisce standard, interfacce e regole che consentono ai fornitori di aggiungere valore e interagire tra loro e/o con altri utenti” (Teece, 2018). Presi insieme, gli innovatori e i fornitori della piattaforma costituiscono un ecosistema”. Department of management, Ca’ Foscari University of Venice (Italy) – Department of Management, Lincoln International Business School, University of Lincoln (UK), Selva Vaska,

cambiamenti della nostra economia e, di conseguenza dei mutamenti nei modelli di business adottati dalle imprese. Il termine *Industry 4.0*, comparso per la prima volta in Germania nel 2011 per indicare il progetto del Governo finalizzato a riportare il sistema industriale del Paese ai vertici mondiali grazie all'innovazione digitale, è diventato poi una delle principali definizioni del mondo produttivo e tecnologico. Si tratta, infatti, di una rivoluzione industriale resa possibile dallo sviluppo dall'interazione più avanzata tra uomini e macchine. Big Data, Internet of Things, automazione, robotica, Intelligenza Artificiale, 5G sono solo alcune delle parole chiave di questa rivoluzione che si pone in particolare tre obiettivi: efficienza, personalizzazione e sostenibilità.<sup>2</sup>

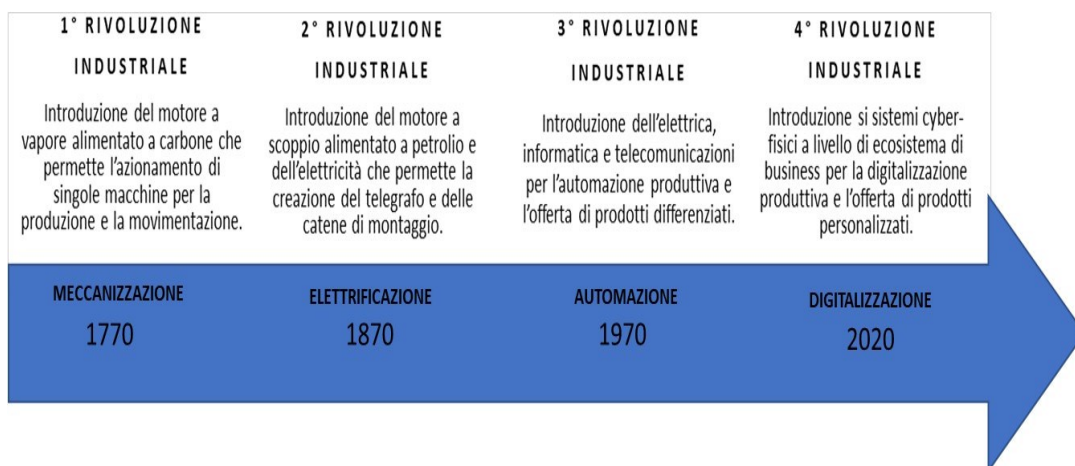
Per capire gli effetti della quarta rivoluzione industriale sul sistema produttivo e socioeconomico, è necessario comprendere le innovazioni e gli effetti che le precedenti rivoluzioni industriali hanno avuto su economia e società.

---

M. MASSARO, E. M. BAGAROTTO, F. DAL MAS, *The Digital Transformation of Business Model Innovation: A structure literature review*, 2021.

<sup>2</sup> EULER HERMES ITALIA, *L'industria farmaceutica in Italia. I benefici della trasformazione digitale*, 2021, [www.eulerhermes.com](http://www.eulerhermes.com).

Fig. 2: Le quattro rivoluzioni industriali.



Fonte: Carlo Bagnoli, Business Model 4.0., Ca' Foscari, Venezia, 2018.

L'avvento del motore a vapore di Watt, nel 1770, diede avvio alla prima Rivoluzione Industriale; il motore veniva alimentato a carbone e serviva per azionare le macchine produttive rendendo possibile, per la prima volta, la meccanizzazione della produzione. Questa innovazione ebbe effetti non soltanto sul modo di produrre, ma anche sulla vita delle persone. Grazie al motore a vapore, infatti, si diffuse la produzione centralizzata che spinse all'urbanizzazione delle persone. In altre parole, l'invenzione di Watt modificò radicalmente il modo di produrre da parte delle imprese, di conseguenza anche le procedure organizzative mutarono, creando i presupposti per la nascita di nuove mansioni e competenze impiegate ed operaie. Si passa da un sistema agricolo-artigianale, ad uno industriale.

I settori tessile, metallurgico ed estrattivo, furono quelli maggiormente interessati dagli effetti prodotti dalla prima rivoluzione industriale. Nel 1870, invece, la seconda Rivoluzione Industriale riguardò il settore elettrico e chimico-petroliero. Le invenzioni di questo periodo furono trainate dalle ricerche condotte nei laboratori universitari e non, le quali portarono all'invenzione del motore a scoppio, alimentato a petrolio, e dall'elettricità, quest'ultima portò Edison a creare la prima lampadina.

Queste innovazioni portarono ad un nuovo cambiamento nei modelli di business delle imprese: si passa alla produzione di massa, la quale prevedeva la standardizzazione dei processi e quindi anche dei prodotti.

Nel 1970 inizia la terza Rivoluzione Industriale che ha interessato principalmente i settori manifatturieri ma ha riunito anche i settori dell'elettronica, informatica e telecomunicazioni con la nascita dell'Information & Communication Technology (ICT). La creazione dei personal computer, della rete internet e della tecnologia digitale hanno portato alla crescente automazione della produzione, rendendola quindi sempre meno dipendente dalla manodopera diretta. Nel 1969 ci fu l'introduzione del primo PLC<sup>3</sup> in fabbrica, questo veniva collegato con le macchine utensili presenti in aziende manifatturiere e attraverso un tastierino l'operatore le programmava affinché svolgessero l'attività richiesta.

---

<sup>3</sup> Programmable Logic Controller (PLC) è un computer per industria specializzato in origine nella gestione o controllo dei processi industriali.

Questa mansione prima dell'introduzione del PLC in fabbrica avveniva in modo manuale dagli operai che meccanicamente settavano le macchine. Tali innovazioni hanno avuto effetti anche sul business model prevalente: le aziende, infatti, iniziarono ad adottare processi produttivi sempre più snelli. La flessibilità produttiva ha portato ad un cambiamento a livello di risorse e processi ma anche di prodotto e supply chain<sup>4</sup>, infatti, i fornitori e i clienti sono stati maggiormente coinvolti nei processi di R&S per perseguire una produzione più personalizzata e capace di soddisfare i bisogni espliciti dei clienti attraverso prodotti sempre più differenziati.

La rivoluzione attualmente in corso si caratterizza per l'affiancamento alle tecnologie tradizionali di diverse tecnologie digitali che, in piccola o larga parte, possono impattare specifici processi aziendali, la cui azione sinergica e contemporanea può generare un cambiamento radicale nel modello di business delle aziende. I macchinari e/o gli impianti saranno aggiornati e dotati di maggiori sensori e connettività di rete, spazio d'archiviazione e potere computazionale per permettere lo sviluppo dell'*Internet of things* (o dell'*Internet of Everything*), ossia l'internet delle cose, servizi, dati e persone. L'obiettivo, dunque, non è quello

---

<sup>4</sup>Una delle definizioni più accettate in letteratura di catena di fornitura – supply chain – è quella di una serie di tre o più organizzazioni direttamente collegate da uno o più flussi ascendenti o discendenti di prodotti, servizi, finanze e informazione dall'origine al cliente. In sintesi, si sottolinea il fatto che diverse attività e processi appartenenti alle funzioni aziendali possano in modo significativo contribuire a creare valore per il cliente se efficacemente ed efficientemente ricomposte in flussi coordinati e sincronizzati da monte a valle. Cfr. I. Russo, *La gestione dei resi nelle catene di fornitura. Supply chain returns management*, GIUFFRÈ EDITORE, Milano, 2008.

di modificare la strumentazione utilizzata per i processi produttivi, bensì rendere quest'ultima più intelligente.<sup>5</sup>

## 2.2 ASPETTI DEFINITORI DELL'INDUSTRIA 4.0

«Industria 4.0 è il termine che più frequentemente di altri (smart manufacturing, industria del futuro, industria digitale, manifattura avanzata, industria intelligente, ecc ) viene utilizzato per indicare una serie di rapide trasformazioni tecnologiche nella progettazione, produzione e distribuzione di sistemi e prodotti. In particolare, descrive l'organizzazione di processi produttivi basati sulla tecnologia e su dispositivi che comunicano tra di loro»<sup>6</sup>

Federmeccanica, in un'indagine condotta nel 2016, definisce l'Industria 4.0 come: «una rivoluzione tecnologica che si manifesta in molteplici forme ma ha nella possibilità di connettere gli oggetti tra loro (IOT), nella raccolta di enormi masse di dati in tempo reale (Big Data), nei processi di estrazione di informazione anche automatica da tali dati (data analytics) le principali premesse tecnologiche»<sup>7</sup>

Nel periodo attuale, l'Industria 4.0 è più una *vision* (quasi filosofica) che una realtà, in quanto richiede un difficile cambiamento non ancora del tutto chiaro. Ci sono, tuttavia, elementi comuni che possono essere un valido punto di

---

<sup>5</sup>C. BAGNOLI, A. BRAVIN, M. MASSARO, A. VIGNOTTO, *Business Model 4.0. I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*, CA' FOSCARI, Venezia, 2018.

<sup>6</sup> Camera dei deputati, *Indagine conoscitiva su Industria 4.0: quale modello applicare al tessuto imprenditoriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali*, 2016

partenza per comprendere il fenomeno e capire come questo possa impattare sulle prassi organizzative ed operative aziendali.

L'obiettivo principale dell'Industria 4.0 è il miglioramento dell'efficienza della produttività delle aziende attraverso il perfezionamento di singoli parametri quali:

- *Migliore flessibilità*, ponendo l'azienda all'interno di un ecosistema connesso sia all'interno che con il mondo esterno, le procedure di produzione possono reagire dinamicamente ai cambiamenti e viene facilitata la gestione della domanda e la riorganizzazione aziendale.
- *Attenzione al cliente*, i criteri di produzione vengono basati sulle necessità del cliente che può scegliere il design, modalità di spedizione e produzione anche con brevi preavvisi.
- *Riduzione del Lead time*, con l'utilizzo di Big Data è possibile prendere decisioni importanti a breve termine ed essere pronti a servire il mercato in tempi più ristretti.

Dal punto di vista economico l'obiettivo è sviluppare nuovi modelli di business in grado di sfruttare il vantaggio atteso dall'ottimizzazione di produzione e logistica, originato:

- da una maggiore automazione industriale;
- dal monitoraggio da parte di sistemi intelligenti;

---

<sup>7</sup> Federmeccanica, *I risultati dell'indagine Industria 4.0*, 2016



- dall'autonomia decisionale;
- dalla comunicazione in tempo reale a tutti i livelli.

In altre parole, il concetto di Industria 4.0 ha integrato il principio dell'Industrial Internet of Things (IIoT) con automazione e robotica, muovendo di fatto i primi passi verso la quarta rivoluzione industriale.<sup>8</sup> L'IIoT costituisce il cuore pulsante dell'Industry 4.0 e consiste nell'applicazione del paradigma IoT ai contesti industriali; l'IoT fa riferimento a un network di comunicazioni su scala globale che interconnette "cose" creando una rete dove diversi elementi interagiscono e cooperano perseguendo obiettivi comuni. In ambito industriale, le "cose" interconnesse sono macchine, impianti, processori, prodotti intermedi, beni finiti, trasporti e consumatori. L'Industria 4.0 e l'IIoT, oltre a far leva sulle prime tre rivoluzioni industriali, si appoggiano su una vasta gamma di tecnologie e innovazioni quali Intelligenza Artificiale (AI)<sup>9</sup>, *Machine Learning*<sup>10</sup>, stampa 3D,

---

<sup>8</sup> C. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, CROWN BUSINESS, New York, 2017.

<sup>9</sup>Per quanto si tratti di una tecnologia complessa, l'idea di fondo dell'Intelligenza Artificiale è molto semplice: sviluppare delle macchine dotate di capacità autonome di apprendimento e adattamento che siano ispirate ai modelli di apprendimento umani. Il concetto di *Artificial Intelligence* muove da due teorie distinte: la prima riguarda l'Intelligenza Artificiale Forte, secondo cui le macchine sono in grado di sviluppare una coscienza di sé, che studia sistemi in grado di replicare l'intelligenza umana. La seconda è l'Intelligenza Artificiale Debole, la quale ritiene possibile sviluppare macchine in grado di risolvere problemi specifici senza avere però coscienza delle attività svolte. Obiettivo di quest'ultima teoria non è dunque quello di realizzare macchine dotate di un'intelligenza umana, ma di avere sistemi in grado di svolgere una o più funzioni umane complesse. Dunque, l'IA è il ramo della computer science che studia lo sviluppo di sistemi hardware e Software dotati di specifiche capacità tipiche dell'essere umano, come l'interazione con l'ambiente, l'apprendimento, l'adattamento, il ragionamento e la pianificazione, le quali sono capaci di perseguire autonomamente una finalità definita, prendendo decisioni che fino a quel momento erano solitamente affidate alle persone. Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Gestionale, *Artificial Intelligence (AI). Funzionamento, applicazioni e impatti sulla società*, 2020, [blog.osservatori.net](http://blog.osservatori.net).

cloud computing, Internet of Things (IoT) e robotica; prese singolarmente, nessuna di queste tecnologie ha una portata dirompente e determinante in grado di stravolgere i processi industriali ma la loro concertazione rende possibili tre attività essenziali che, se integrate, possono esercitare effetti rivoluzionari sui processi produttivi, di distribuzione dei beni e sulle loro modalità di consumo da parte dell'utente finale:

- un primo elemento consiste nella capacità di misurare, raccogliere e conservare una quantità di dati e informazioni senza precedenti. Dispositivi come chip, sensori e trasmettitori sono oggi miniaturizzati e possono essere incorporati nei componenti industriali e nei beni e servizi prodotti;
- una seconda attività essenziale è la capacità di sharing o di condivisione. Con l'IoT i dispositivi non solo sono in grado di rilevare grandi quantità di dati ma possono anche trasmetterli e integrarli con altri sistemi, creando un intenso e continuo flusso di comunicazione;
- infine, si sta sviluppando una sempre più accurata capacità di inferire, ossia di estrarre informazioni utili dai dati collezionati e scambiati. Innovazioni come machine learning o data mining creano sistemi in grado di analizzare

---

<sup>10</sup>La traduzione italiana di *Machine Learning* è “apprendimento automatico”. Ci si riferisce quindi a sistemi in grado di apprendere dall'esperienza, con un meccanismo simile a ciò che un essere umano fa dalla nascita. Esso è quel ramo dell'apprendimento statistico che, partendo da dati concreti, riesce a dedurre regolarità in maniera adattativa e iterativa. Per poter mettere in atto delle soluzioni di machine learning, c'è bisogno di creare, preparare e verificare dati. Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Gestionale, *Artificial Intelligence (AI). Funzionamento*,

velocemente dati complessi, come i Big Data, ricavandone informazioni che fungono da valore aggiunto per supportare e migliorare il processo di decision making.<sup>11</sup>

Le fabbriche del futuro sono dei luoghi dove tutte le principali risorse, persone, machine, software, materie prime, prodotti fino ai consumatori finali, saranno in connessione continua in real-time e ciò consentirà una visione e una gestione integrata e collegata di tutti i processi produttivi. I sensori e i sistemi digitali renderanno ogni prodotto identificabile nello spazio e nel tempo, adeguabile in tempo reale alle esigenze del cliente, tracciabile dalla materia prima alla consegna. Tutto ciò sarà reso possibile dalla capacità di queste nuove tecnologie di acquisire, condividere e processare un'enorme quantità di dati in tempo reale, nonché dalla capacità della forza lavoro di abbracciare queste incredibili novità e di adattarsi ad esse così da poterne sfruttare l'immenso potenziale.

---

*applicazioni e impatti sulla società*, 2020, [blog.osservatori.net](http://blog.osservatori.net). Antonio Casilli, *L'enigma del valore. Il digital labour e la nuova rivoluzione tecnologica*, 2019, [air.unimi.it](http://air.unimi.it).

<sup>11</sup> G. ASSENZA, L. FARAMONDI, L. VOLLERO, G. OLIVA, *Aspetti innovativi dell'industria 4.0 e applicazione alla sanità e all'industria farmaceutica*, Università Campus Bio-Medico di Roma, MEDIC Metodologia Didattica e Innovazione Clinica. 2018.

### **2.3 SISTEMI DI PRODUZIONE CYBER-FISICA E FATTORI ABILITANTI DI INDUSTRY 4.0**

Il concetto di interconnessione, situato come fondamenta delle architetture di industria 4.0, porta con sé alcune implicazioni. L'integrazione tra mondo fisico e mondo virtuale è resa possibile grazie ai sistemi di produzione *Cyber-physical systems* (CPS), e grazie *Cyber-physical production systems* (CPPS). I primi sono sistemi che integrano macchine intelligenti e sistemi di stoccaggio all'interno di un network di comunicazione autonoma, in grado di replicare il mondo fisico e assumere decisioni decentralizzate. Sono formati da una componente fisica e da una virtuale. La prima è costituita da sensori, memorie, attuatori, connessione di rete, capacità computazionale che permette ai CPS di percepire il mondo reale in cui si interagisce. La componente virtuale è data da un *digital twin* ovvero la capacità dicotomica di creare e affiancare all'aspetto fisico dei prodotti e/o dei sistemi e/o dei processi quello virtuale (o digitale).

I *Cyber-physical production systems* (CPPS), invece, sono sistemi di produzione formati da più CPS in grado di condividere dati per auto monitorarsi, auto apprendere, autogestirsi e auto adattarsi. In questo caso, non si tratta di macchina o impianto produttivo ma di flusso produttivo sia intra-aziendale che interaziendale.

La condivisione di informazioni rappresenta la base per l'interazione tra uomo, macchine, dispositivi e dati. A tal proposito è opportuno sottolineare

l'importanza delle tecnologie wireless che costituiscono una condizione necessaria per implementare le interazioni consentendo l'accesso continuativo a internet. Mario Hermann, Tobias Pentek e Boris Otto nel saggio "*Design principles for industrie 4.0 scenarios*" individuano sei fattori caratteristici dei sistemi cyber-fisici e abilitanti dell'Industria 4.0: Interoperabilità, Virtualizzazione, Decentralizzazione, Real-time data capability, Interfaccia persone-macchine-processi e Modularità.<sup>12</sup>

- Interoperabilità: rappresenta la situazione in cui tutti gli oggetti sono in grado di comunicare e scambiarsi informazioni in tempo reale. Informazioni contestualizzate sono necessarie affinché i soggetti coinvolti possano prendere decisioni appropriate.
- Virtualizzazione: è la capacità dei sistemi di produzione di monitorare i processi del mondo fisico mediante la realizzazione di un modello digitale della realtà. In altre parole, la realtà fisica può essere riprodotta sul piano virtuale. Gli operatori connessi possono osservare ogni fase dei processi contemporaneamente, possono localizzare i malfunzionamenti e pianificare gli interventi con grande semplicità e precisione, possono realizzare test e controlli prima della reale produzione degli oggetti fisici.

---

<sup>12</sup> M. HERMANN, T. PENTEK, O. BORIS, *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*. A Literature Review, Londra, 2015.

- Decentralizzazione: tale fenomeno è dato dalla combinazione tra l'interconnessione dei fattori produttivi e la condivisione di informazioni. I CPS sono infatti in grado di prendere decisioni locali, consentendo un incremento notevole della produttività e della capacità di risposta a problemi contingenti, oltre a fornire un livello alto di flessibilità operativa.
- Real-time data capability: le tecnologie in questione consentono la raccolta, l'analisi e la condivisione dei dati in tempo reale e, questo contribuisce a ridurre i tempi di intervento.
- Interfaccia persone-macchine-processi: tale interazione si concretizza mediante l'utilizzo di strumenti e dispositivi come tablet, pc, smartphones e smart glasses. Questi strumenti consentono agli operatori di accedere ai sistemi informatici del mondo virtuale e di interagire con tutto il sistema.
- Modularità: questa caratteristica rende i sistemi flessibili mediante l'intercambiabilità e la sostituibilità dei singoli moduli. Ciò consente l'adattamento al cambiamento dei requisiti e delle condizioni ambientali, come ad esempio stagionalità della domanda o configurazioni diverse di prodotto.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> M. HERMANN, T. PENTEK, O. BORIS, *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*. opera cit.

### 2.3.1 Le nove tecnologie abilitanti.

Quanto descritto finora, ovvero, l'unione tra mondo fisico e virtuale, nonché elemento distintivo dei CPS e i CPPS è possibile grazie all'avvento di nove tecnologie abilitanti, alcune migliorate e altre innovative:

1. *Manifattura Additiva;*
2. *Robot Autonomi;*
3. *Realtà Aumentata;*
4. *Cloud Computing;*
5. *Simulazione;*
6. *Internet of Things industriale;*
7. *Big data & Analytics;*
8. *Cyber Security;*
9. *Integrazione Sistemica Verticale e Orizzontale;*

### **La manifattura additiva**

La manifattura additiva, chiamata anche *Additive Manufacturing*, è un processo di tecnologia avanzato usato per realizzare un oggetto 3D (tre dimensioni). Si tratta di una vera e propria rivoluzione, infatti, nelle tecnologie di produzione standard si parte da un blocco di materiale e tramite la rimozione di parti di esso si ottiene il prodotto finale, in questo caso invece, partendo da un modello 3D (virtuale) si “stampa” strato dopo strato (*layer-by-layer*) ottenendo il

prodotto finito tramite la deposizione di strati, esattamente come accade nelle comunissime stampanti ad inchiostro. Una rivoluzione poi che si aggancia e integra con i processi legati alla Smart Manufacturing e all'IoT.

Con l'Additive Manufacturing si hanno diversi vantaggi, tra cui:

- riduzione di tempo e costo di realizzazione: si riducono i parametri tempo e costo (es. l'unificazione di fonderia, lavorazione e assemblaggio in un solo processo), rendendo estremamente efficace la prototipazione di componenti;
- possibilità di realizzare geometrie molto complesse: si possono generare geometrie e forme complesse in modo semplice e veloce (oggetti di maggiori dimensioni in una gamma assai più ampia di materiali: plastica, metallo, ceramica, cera, gesso, materiali compositi, elastomeri, fotopolimeri, e così via).<sup>14</sup>

### **Robot autonomi**

I robot autonomi, noti anche come *Advanced Manufacturing Solutions*, sono robot collaborativi interconnessi e facilmente programmabili. I robot intelligenti sono “*creature meccaniche che possono funzionare autonomamente*”: creature perché hanno acquisito la capacità di assumere autonomamente decisioni,

---

<sup>14</sup>FOCUS INDUSTRIA 4.0, *Manifattura additiva: la seconda tecnologia abilitante dell'industria 4.0*, 2019, [www.focusindustria40.com](http://www.focusindustria40.com).



meccaniche perché sono costruiti dagli uomini e, il funzionamento autonomo fa riferimento all'intelligenza del robot, capace di percepire, agire e potenzialmente anche ragionare. I modelli più avanzati di robot sono più autonomi, flessibili, efficienti e collaborativi, grazie ai sensori e software con i quali riescono a muoversi senza collisioni, in più sono facilmente riprogrammabili; essi possono apprendere le nuove mansioni autonomamente, attraverso l'imitazione delle azioni dei colleghi umani. Ciò permette, inoltre, la creazione di prodotti altamente personalizzati.

L'utilizzo di robot intelligenti permetterà anche di espandere le possibilità di ingresso in nuovi mercati, grazie alla opportunità di automatizzare nuovi processi e sistemi di produzione o di incrementare la produttività della squadra uomo-robot. Inoltre, potranno alleggerire gli operatori dai compiti onerosi, rendendo le fabbriche più inclusive per i lavoratori di età avanzata e per le donne. Potranno anche valorizzare le capacità delle persone consentendo l'esecuzione di task a più alto valore aggiunto complessivo, combinando la precisione e performance dei robot con la capacità di azioni complesse e di adattamento a contesti variabili, tipiche degli operatori umani. Il tutto, in condizioni di sicurezza per le persone.

Per tali ragioni l'impiego dei robot da parte delle imprese può portare ad una completa digitalizzazione e automazione dei processi e questo permette di migliorare la produttività, la qualità, anche tramite la riduzione dei difetti di

produzione, e la flessibilità della produzione, oltre a rendere il lavoro per l'uomo più sicuro.<sup>15</sup>

### **Realtà aumentata**

Quando si parla di realtà aumentata, o *Augmented Reality*, ci si riferisce ad una visione aumentata della realtà creata grazie all'uso della tecnologia, che aggiunge informazioni digitali sovrapponendole all'ambiente reale. Il primo senso su cui la realtà virtuale si concentra è la vista. Attraverso l'utilizzo di visori si isola completamente la vista dell'ambiente reale e l'utente viene immerso in un nuovo ambiente simulato. In seconda battuta possono essere interessati anche l'udito, l'olfatto, il tatto, e potenzialmente, anche gusto e odorato. Alcune applicazioni di realtà virtuale possono prevedere che l'utente abbia la possibilità di muoversi fisicamente anche attraverso lo spazio, altre invece lo prevedono fermo. Le applicazioni di questa tecnologia in azienda sono molteplici e sono destinate ad aumentare negli anni. Il cliente, con la realtà aumentata, assume un ruolo attivo nella definizione del proprio prodotto. Infatti, il consumatore può percepire il prodotto, osservarlo da diverse angolazioni, aggiungere parti e interagire con esso come se fosse fisicamente presente davanti ai loro occhi, in questo modo è più facile personalizzare il prodotto secondo le esigenze del cliente, oltre alla riduzione dei costi da parte dell'azienda poiché le modifiche

---

<sup>15</sup> C. BAGNOLI, A. BRAVIN, M. MASSARO, A. VIGNOTTO, *Business Model 4.0*. opera cit.

vengono apportate, in un primo momento, solo virtualmente. La realtà aumentata viene impiegata anche dagli ingegneri per migliorare il funzionamento tecnico di alcune componenti dei macchinari che produce, in modo tale da rendere i processi di progettazione più veloci ed efficienti. Questa tecnologia ha migliorato anche altri processi interni, come il controllo qualità, la gestione dei costi, dei programmi e delle forniture, la verniciatura e la produzione, attraverso la virtualizzazione della catena di montaggio.<sup>16</sup>

### **Cloud Computing**

Secondo la definizione del National Institute for Standards and Technology (NIST), «*il Cloud Computing è un insieme di servizi ICT accessibili on-demand e in modalità self-service tramite tecnologie Internet, basati su risorse condivise, caratterizzati da rapida scalabilità e dalla misurabilità puntuale dei livelli di performance*».<sup>17</sup> In altre parole, il cloud computing è un insieme di tecnologie utili all'archiviazione, all'elaborazione e alla trasmissione di dati. Inoltre, la tecnologia informatica consente di sfruttare la rete internet per distribuire risorse software (anche da remoto), al fine di offrire innovazione rapida, risorse flessibili ed economie di scala. Oggi i dati e i programmi non

---

<sup>16</sup> C. BAGNOLI, A. BRAVIN, M. MASSARO, A. VIGNOTTO, *Business Model 4.0*. opera cit.

<sup>17</sup> Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Gestionale, *Cloud Computing. Cos'è e quali vantaggi porta in azienda*, 2019, [blog.osservatori.net](http://blog.osservatori.net).

devono necessariamente risiedere sul PC; possono, infatti, essere "ospitati" (o memorizzati) su Internet o, come si suol dire, "in the cloud".

Cloud Computing, dunque, significa gestire esternamente (online) le applicazioni e le attività, invece che all'interno delle tue quattro mura. I vantaggi non sono pochi. Per prima cosa, un "hosting service provider" esperto gestisce tutta l'architettura informatica, liberando l'azienda da questa attività. I costi di sottoscrizione per un software "in the cloud" sono significativamente più bassi in quanto non è necessario investire in infrastrutture hardware complesse.

Si riducono anche i costi di supporto perché saranno rese disponibili le versioni più aggiornate dei programmi senza bisogno di supporto IT per l'aggiornamento.

La sicurezza dei dati, inoltre, è di competenza dell'hosting provider. Infine, si avrà la possibilità di accedere ai servizi in ogni momento e in ogni luogo.

## **Simulazione**

L'avvento delle tecnologie 4.0 e la digitalizzazione di sistemi e impianti industriali sta consentendo di sviluppare modelli simulativi che operino in "near real time" e permettano analisi predittive del comportamento di sistemi, macchine e impianti. L'evoluzione dei sistemi di simulazione integra tecniche di intelligenza artificiale e *advanced analytics*, tecniche per la gestione di big data e tecnologie per presentazione dei dati attraverso sistemi e interfacce a supporto

delle decisioni dell'utente. Imitare un processo o sistema del mondo reale consente agli esperti di studiarlo all'interno di un ambiente controllato e ripetibile, ossia si sfruttano i dati raccolti per ricreare il mondo fisico all'interno di un mondo virtuale, inserendo al suo interno anche macchine, prodotti e persone. Oggi i modelli simulativi sono molto diffusi nelle realtà aziendali e vengono utilizzati prevalentemente durante le fasi di progettazione e configurazione del prodotto.

Tale tecnologia, non supporta unicamente le fasi strategiche del processo produttivo, ma anche le fasi più operative. Infatti, questi modelli permettono di simulare nel mondo virtuale le azioni da svolgere nella realtà, così da determinare alcuni vantaggi, come: rendere il processo più efficiente, ottimizzare la produttività, assicurare la qualità del prodotto, analizzare e controllare lo sviluppo di sistemi complessi, ridurre gli scarti di produzione, i tempi di attesa e la quantità di lavoro da svolgere, osservare "realisticamente" il sistema in evoluzione e capacità di elaborazione automatica dei dati.<sup>18</sup>

### **L'Internet of Things industriale**

L'imprenditore inglese Kevin Ashton nel 1999 ha immaginato un sistema nel quale tutto il mondo materiale è interconnesso, scambia le informazioni raccolte attraverso sensori e prende decisioni sulla base dell'elaborazione di tali

---

<sup>18</sup> C. BAGNOLI, A. BRAVIN, M. MASSARO, A. VIGNOTTO, *Business Model 4.0*. opera cit.

informazioni, conia per la prima volta, dunque, l'espressione *Internet of Things*, proprio per indicare tale sistema. Il termine comprende l'insieme di componenti, dispositivi e piattaforme software che si possono incorporare all'interno di oggetti e macchinari per renderli in grado di comunicare attraverso la rete Internet. In altre parole, L'*Internet of things* è un network di sistemi fisici, che possono interagire tra loro per raggiungere un obiettivo comune. I sistemi fisici, e quindi le "cose", sono rappresentate dai sensori, dagli attuatori, dai moduli di comunicazione e dai dispositivi che possono collaborare tra loro, attraverso le proprie componenti intelligenti, così da raggiungere obiettivi che dipendono dalla loro capacità di trasmettere ed elaborare informazioni.

La base tecnologica dell'Internet of Things è composta da tre elementi:

- pervasività di sistemi embedded;
- pervasività delle reti;
- pervasività di dispositivi personali collegati alla rete.

La prima fa riferimento alla miniaturizzazione delle tecnologie, ciò permette agli oggetti specializzati di raccogliere informazioni, comunicare verso il mondo esterno ed in alcuni casi sono anche in grado di prendere delle decisioni in modo autonomo (oggetti smart). A questi va aggiunta la disponibilità di reti wireless che permettono di raccogliere dati e di connettere qualsiasi oggetto fisico in internet con la possibilità di agire da remoto su di essi. La terza tecnologia riguarda

l'insieme dei dispositivi personali degli utenti che possono anch'essi generare dati, trasmetterli, e gestirli da remoto.

Questa tecnologia permette di integrare le *Information Technology* (IT) con le *Operations Technology* (OT), per dare vita ad un'impresa manifatturiera più forte, “*Smart Factory*”, attraverso la digitalizzazione, che prevede un continuo passaggio dal mondo fisico al digitale, e nuovamente da digitale a fisico.<sup>19</sup> Se IT è un termine che comprende tutte le forme di tecnologia utilizzate per creare, archiviare, scambiare e utilizzare le informazioni nelle sue varie forme, quindi mantiene il flusso corretto delle informazioni, OT è l'hardware e il software che mantiene in funzione i processi centrali. I leader aziendali e tecnologici considerano l'unione tra tecnologia dell'informazione e tecnologia operativa un'opportunità di cambiamento, perfetta per unire discipline tecnologiche isolate e parallele, così da collegare i sistemi e le pratiche eterogenee al fine di eliminare le ridondanze e migliorare i risultati produttivi. I vantaggi della collaborazione tra Information Technology e Technology operativa sono molti e si possono sintetizzare in tre punti: riduzione dei costi operativi, miglioramenti nell'utilizzo delle risorse e minor rischio operativo.<sup>20</sup>

L'IoT all'interno delle aziende consente la digitalizzazione di tutta la catena del valore e inoltre riduce i costi dell'infrastruttura tecnologica, come

---

<sup>19</sup> C. BAGNOLI, A. BRAVIN, M. MASSARO, A. VIGNOTTO, *Business Model 4.0*. opera cit.

sensori, potenza computazionale, memorizzazione e conservazione dei dati, e dello sviluppo di nuovi software e hardware correlati all'IoT che rendono l'analisi dei dati estremamente veloce e accurata. "L'Internet delle Cose" permette alle aziende di creare portfolio di prodotti molto più flessibili, modificare i processi di produzione in modo rapido e reagire tempestivamente alle richieste dei clienti o alle carenze di rifornimenti.

### **I Big data & Analytics**

Con la grande diffusione dei dispositivi IoT si assiste di pari passo al cosiddetto "*data deluge*", cioè la disponibilità di una quantità enorme di dati "grezzi" generati dai dispositivi nell'ambiente fisico. Se, da un lato, la presenza di una tale mole di dati fornisce opportunità eccezionali, dall'altro diventa più che mai necessario accoppiare a tecnologie IoT tecnologie specifiche per la gestione, integrazione dei dati, ed estrazione di conoscenza dai dati grezzi generati dai dispositivi IoT, chiamate comunemente Big Data Analytics.

Lo sviluppo delle teorie sull'utilizzo dei dati per finalità di business, e quindi sui big data, nasce sulla scia del motto "*knowledge is power*", (concetto ripreso dalle opere di Machiavelli), dell'attuale sviluppo delle tecnologie digitali e dello sviluppo di una concezione del dato come una risorsa dell'impresa o

---

<sup>20</sup>A. CAFFO, IT + OT = IOT, *I benefici della convergenza dell'Information Operational Technology*, 2019, [www.avira.com](http://www.avira.com).



dell'organizzazione che lo produce o lo utilizza. L'utilizzo dei big data per lo sviluppo di decisioni all'interno delle imprese prescinde dalla tipologia dell'impresa e del settore a cui appartiene: si possono individuare casi di successo sia nelle grandissime imprese, sia le PMI e, proficue applicazioni in settori molto eterogenei quali trasporti marittimi, salute, vendita online, gestione componenti strutturali per aeromobili e altri. L'utilizzo dei big data può divenire, dunque, una fonte di vantaggio competitivo per molte imprese. In prospettiva le imprese *Technology-oriented* potrebbero trarre maggiori vantaggi da un utilizzo pervasivo di questo tipo di tecnologia rispetto alle imprese di tipo tradizionale.

Diversi studiosi concordano nell'attribuire almeno cinque caratteristiche ai big data: *volume, velocità, varietà, veridicità, valore*.<sup>21</sup>

- **Volume**, i dati sono generati in grandi aggregati solitamente misurati in terabyte, petabyte, e zettabyte, con processi di espansione geometrici.
- **Velocità**, il ritmo con cui i dati, in tempo reale e provenienti da molteplici strumenti tra di essi collegati, fruiscono è molto elevato.
- **Varietà**, i dati sono eterogenei tra loro; possono essere dati strutturati (finanziari, relativi a transazioni, tracciati medici, statistiche governative), o tempificati (mensili, settimanali, giornalieri, serie storiche), non strutturati (audio, video, social media, canale di comunicazione, customer

---

<sup>21</sup> D. BUMBLUSKAS, H. NOLD, P. BUMBLAUSKAS, A. Igou, *Big data analytics: transforming data to action*, Business Process Management Journal, 2017.

service, garanzia prodotto, eccetera), o semi strutturati (testo, email, tweet, sensoristica, mappe, GPS, QR, immagini), questo consente di poter ottenere un patrimonio informativo esaustivo e non ambiguo.

- **Veridicità**, si fa riferimento al concetto di qualità ed integrità dei dati.
- **Valore**, le informazioni ed i dati consentono all'impresa di prendere decisioni che portano alla creazione di un potenziale vantaggio competitivo, per questa ragione i dati stessi possono avere un valore economico quantificabile.<sup>22</sup>

Sviluppare le strategie basandosi esclusivamente sull'analisi di Big Data potrebbe essere limitante. Essi sono rappresentazioni ancora parziali del sistema in cui l'impresa opera, pertanto sarebbe opportuno, ad esempio, considerare anche altre categorie di dati per integrare i big data.<sup>23</sup> È possibile individuare la categoria *small data*, ossia dati che possono essere intesi nel senso più tradizionale e classico del termine. Infatti, gli *small data* sono in grado di offrire delle informazioni di tipo qualitativo volte ad attivare in modo più immediato processi decisionali ed azioni concrete.

Infine, si vuole favorire l'attenzione rispetto ad una terza categoria di dati denominati *smart data*, ovvero dati intelligenti. Questi sono il risultato dell'unione dei big data con l'intelligenza artificiale applicata a scopi di business. In questo

---

<sup>22</sup> C. J. THOMPSON, *The 'big data' myth and the pitfalls of 'thick data' opportunism: on the need for a different ontology of markets and consumption*, Journal of Marketing Management, 2019.

caso, l'utilizzo delle tecnologie digitali è impiegato, non solo per catturare specifiche informazioni all'interno delle banche dati, che costituiscono i cosiddetti Big Data, ma anche al fine di ottenere in maniera automatizzata delle informazioni o compiere delle azioni programmate sulla base dei dati appena raccolti.

La definizione di Big Data Analytics, fa riferimento al processo che include la raccolta e l'analisi dei Big Data per ottenerne informazioni utili al business. Le tecniche di Big Data Analytics consentono, infatti, di fornire alle aziende intuizioni originali, per esempio sulla situazione del mercato, e offrono idee sul comportamento dei clienti, come raffinare le strategie di customer experience. Dall'analisi dei dati può essere estrapolato ogni tipo di informazioni e viene eseguita mediante il data mining, processo di estrazione di 'conoscenza' da banche dati di grandi dimensioni. Il data mining sfrutta opportuni algoritmi e tecniche come *grid computing*, *in-database processing* e *in-memory analytics* che individuano associazioni, pattern o sequenze rendendo le informazioni disponibili e immediatamente utilizzabili nell'ambito del decision making. Per compiere le attività tese a fornire queste e tante altre informazioni preziose per migliorare l'attività dell'impresa sono necessari: software (dai database e strumenti utili per acquisire ed elaborare informazioni agli applicativi dedicati per specifici processi

---

<sup>23</sup> L. V. SHARAKHINA, V. SKVORTSOVA, *Big Data, Smart Data in Effective Communication Strategies Development*, 2019.

aziendali) e risorse infrastrutturali (capacità di calcolo, storage dei dati<sup>24</sup> e così via).<sup>25</sup>

## **Cyber Security**

La cyber security è la protezione e la tutela delle imprese dai rischi derivanti dal cyberspace, ossia quel complesso ecosistema di interazione di persone, software e servizi con le tecnologie, i dispositivi e le reti Internet; in particolare, la cyber security è focalizzata principalmente sulla protezione dei sistemi informatici (computer, reti di telecomunicazione, smartphone, e così via) e dell'informazione in formato digitale da attacchi interni e, soprattutto, esterni.

La protezione dei sistemi informatici e quindi la cyber security sono elementi necessari nello sviluppo della tecnologia. Il cyber crime è diventato esso stesso un mercato in cui le metodologie e gli strumenti di attacco possono essere acquisiti ed acquistati come servizio nel dark web e pagati con moneta elettronica (bitcoins).

La cyber security prevede una serie di fasi:

---

<sup>24</sup> Lo storage dei dati indica quel processo informatico di archiviazione, organizzazione e condivisione delle informazioni, dal cui utilizzo dipendono le nostre attività quotidiane: dalle applicazioni ai protocolli di rete, dai documenti ai supporti multimediali e infine dalle rubriche alle preferenze utenti. Lo storage dei dati svolge un ruolo sempre più centrale nella gestione dei big data. *Cos'è lo storage dei dati?* 2018, [www.redhat.com](http://www.redhat.com).

<sup>25</sup>M. BELLINI, *Cos'è big data analytics? Ecco tutto ciò che serve sapere sull'analisi dei dati*, 2020, [www.zerounoweb.it](http://www.zerounoweb.it).

- **Pianifica**, si identificano i beni da proteggere o assets, le possibili minacce, le vulnerabilità; se ne analizza il rischio e se ne deriva un piano di gestione. Sono stati sviluppati a tal proposito molti approcci, modelli e standard per l'analisi del rischio informatico (e.g., ISO 27005).
- **Proteggi**, in questa fase si implementano una serie di meccanismi di protezione dei sistemi informatici. Sono numerosissime le tecnologie che possono essere usate come ad esempio la cifratura dei dati per garantire la confidenzialità ed integrità; autenticazione e controllo accessi; protezione dell'hardware.
- **Rileva**, si applicano una serie di meccanismi di raccolta ed analisi delle informazioni, spesso da varie sorgenti che permettono di rilevare attacchi al sistema; si utilizzano varie tecnologie, sia basate su riconoscimento efficiente di attacchi che tecniche di machine learning per classificazione di comportamenti per identificare possibili anomalie nel comportamento dei sistemi.
- **Reagisci**, in questa fase possono essere prese decisioni come la chiusura di certi canali di comunicazione, rimozione di possibili programmi malevoli nel sistema (malware), etc.
- **Ripara**, in base al piano di gestione del rischio identificato si tende a compiere quella serie di operazioni per riportare il sistema in (piena) operatività.

## **L'Integrazione Sistemica Verticale e Orizzontale.**

Industria 4.0 promuove l'integrazione di sistemi, hardware e software e di sistemi embedded nella produzione e lungo la supply chain. L'obiettivo è di implementare un processo di trasformazione che evolve i sistemi di produzione statici in sistemi di produzione cyber-fisici. In tal modo si sfruttano soluzioni intelligenti in un sistema totale di «fabbrica intelligente» (smart factory).

Per quanto riguarda l'integrazione orizzontale, l'Industry 4.0 prevede reti connesse di sistemi cyber-fisici e aziendali che introducono nuovi livelli di automazione, flessibilità ed efficienza operativa senza precedenti nei processi di produzione. Questa integrazione orizzontale si può svolgere su più livelli:

- *all'interno della stessa linea/impianto di produzione*, in cui macchine e unità di produzione sono sempre connesse e diventano ciascuna un oggetto con proprietà ben definite all'interno della rete di produzione; inoltre, comunicano costantemente il loro stato e, insieme, rispondono autonomamente a requisiti di produzione dinamici. L'obiettivo finale prevede che una linea di produzione interconnessa sia in grado di rispondere dinamicamente allo stato di ogni macchina per aumentare l'efficienza riducendo i tempi di fermo ed i tempi morti;
- *tra più linee/impianti di produzione*, scenario in cui i dati delle strutture di produzione (livelli di inventario, ritardi, imprevisti e così via) vengono

condivisi senza soluzione di continuità nell'intera azienda e, ove possibile, le attività di produzione vengono spostate automaticamente tra le strutture al fine di rispondere rapidamente ed efficientemente ai cambiamenti in produzione;

- *attraverso l'intera catena di approvvigionamento:* Industry 4.0 promuove la trasparenza dei dati e alti livelli di collaborazione automatizzata tra la catena di approvvigionamento a monte (che alimenta il processo di produzione) e la catena di logistica a valle (che immette sul mercato i prodotti finiti). I fornitori di materie prime e parti commerciali, insieme ai fornitori di servizi, devono essere incorporati in modo sicuro nei sistemi di controllo della produzione e nella logistica dell'impresa.

L'integrazione verticale nell'Industria 4.0 consente, invece, di collegare tutti i livelli logici all'interno dell'organizzazione, dal post-vendita alla produzione, fino a Ricerca e Sviluppo, controllo qualità, gestione del prodotto, vendite e marketing e così via. I dati scorrono liberamente e in modo trasparente su e giù per questi livelli in modo che sia le decisioni strategiche che quelle tecniche possano essere indirizzate dai dati. L'impresa integrata verticalmente ha un vantaggio competitivo essendo in grado di rispondere in modo appropriato e con agilità ai mutevoli segnali di mercato e nuove opportunità, ed è su quest'ultime derivanti dal mercato, che si concentrano le forze di un'azienda 4.0, in quanto hanno l'obiettivo di produrre soluzioni tecnologiche avanzate con lo scopo di aiutare

l'impresa stessa ad avanzare all'interno di un mercato sempre più competitivo e all'avanguardia, che mira ad incentivare e promuovere l'efficientamento produttivo aziendale.<sup>26</sup> L'integrazione verticale di sottosistemi gerarchici porta alla creazione della fabbrica intelligente, la quale a sua volta supporta l'integrazione orizzontale attraverso reti di valore.<sup>27</sup>

In conclusione, queste nove tecnologie abilitanti che sostengono l'Industria 4.0 sono definite “*tecnologie disruptive*”. La parola disruption negli ultimi anni è diventata sempre più presente nelle conversazioni legate al business e il suo significato è “rottura”. Essa indica cambiamenti repentini che portano a modi nuovi e differenti di fare, pensare o interpretare ciò che ci circonda, rispetto al passato. La “*disruptive innovation*” è l'effetto di una nuova tecnologia o di un nuovo modo di operare su un modello di business, che porta a modificare completamente la logica fino a quel momento presente nel mercato, introducendo comportamenti e interazioni nuove e rivoluzionando così le regole correnti. Quindi nel mondo del settore industriale il termine fa riferimento a cambiamenti inaspettati nel modo di funzionare di un business, soprattutto grazie alle potenzialità offerte dalla tecnologia.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> KEY4, *L'integrazione verticale e orizzontale nell'industria 4.0*, 2018, [www.key-4.com](http://www.key-4.com).

<sup>27</sup> C. BAGNOLI, A. BRAVIN, M. MASSARO, A. VIGNOTTO, *Business Model 4.0*. opera cit.

<sup>28</sup> C. BAGNOLI, A. BRAVIN, M. MASSARO, A. VIGNOTTO, *Business Model 4.0*. opera cit.





# **CAPITOLO III**

## **IL CONTROLLO DI GESTIONE NELL'ERA DELL'INDUSTRIA 4.0**

### **3.1 L'IMPATTO DEL PARADIGMA INDUSTRIA 4.0 SUL SISTEMA DI CONTROLLO DI GESTIONE**

Le innovazioni prodotte da Industry 4.0 hanno spinto le imprese a adottare nuove soluzioni organizzative della produzione di beni e servizi che fanno leva sull'integrazione degli impianti con le tecnologie digitali e generano valore aggiunto grazie alla circolazione delle informazioni tra i diversi componenti del sistema produttivo: macchine, esseri umani, prodotti e sistemi informatici.

L'introduzione di nuove tecnologie non modificherà unicamente il lavoro degli addetti alla produzione, i quali dovranno interfacciarsi con nuovi strumenti, ma sarà chiamata in causa l'intera organizzazione che dovrà riorganizzarsi dando vita alla cosiddetta “fabbrica intelligente”.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> La *Smart Factory* è un nuovo modello di business che introduce l'intelligenza digitale per la progettazione degli impianti ed è la chiave per la ricerca e l'innovazione di prodotto. In altre parole, la ‘fabbrica intelligente’ è un concetto utilizzato per descrivere l'uso di diverse tecnologie digitali al fine di coordinare dinamicamente persone, processi e altri aspetti dell'ambiente circostante, ad esempio attrezzature o pezzi di ricambio. Cfr. C. Bagnoli, *Business Model 4.0. I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*, Ca' Foscari, Venezia, 2018.

La relazione tra i sistemi di controllo di gestione e Industria 4.0 si sviluppa a doppio senso: i primi forniscono la struttura e il supporto per il corretto inserimento dell'innovazione nell'impresa mentre la tecnologia veicolata da Industria 4.0 genera i dati necessari al monitoraggio delle prestazioni dell'azienda. In altre parole, il sistema di controllo di gestione supporta l'innovazione ma, dall'altra parte, l'innovazione digitale permette al sistema di controllo di gestione di instaurare un circolo virtuoso di analisi e miglioramento: la disponibilità di Big Data permette di migliorare sostanzialmente l'analisi delle prestazioni e la misura dell'efficienza ed efficacia delle soluzioni adottate.

Il focus dell'analisi di questo capitolo sarà, dunque, sull'impatto che le innovazioni riconducibili ad Industria 4.0 hanno, o possono avere, sul sistema di controllo di gestione. In particolare, verranno presi in esame quattro aspetti fondamentali: il primo consiste nel capire cosa cambia nel processo di pianificazione e controllo, in termini di fasi salienti dello stesso e operazioni chiave che ne permettono lo svolgimento. Successivamente, si analizzeranno gli strumenti innovativi a supporto dei sistemi di controllo di gestione ma si cercherà di illustrare anche come avviene l'integrazione tra nuove tecnologie e strumenti di controllo tradizionali. Successivamente, verrà analizzata la figura del controller, sia sotto un profilo tecnico, mostrando quelle che possono essere le nuove competenze e abilità che tale figura deve acquisire, ma anche sotto un profilo organizzativo, evidenziando come il ruolo sia sempre più indispensabile,

supportando i manager nei processi decisionali tipici dell'Industria 4.0. L'analisi si concluderà mostrando quelli che possono essere i cambiamenti organizzativi prodotti dalle nuove tecnologie, e come questi possano interessare il sistema di controllo di gestione.

### **3.2 IL PROCESSO DI PIANIFICAZIONE E CONTROLLO NELL'INDUSTRIA 4.0**

Lo sviluppo della tecnologia, dei macchinari e degli strumenti messi a disposizione dall'Industria 4.0 non consente di eseguire un monitoraggio efficace ed efficiente dell'organizzazione, in quanto senza una metodologia di controllo di gestione ben progettata non è possibile collegare gli eventi alle cause e, di conseguenza, agli effetti. Il sistema di controllo di gestione è chiamato, dunque, ad un ulteriore cambiamento, ossia ad un'evoluzione indispensabile per riuscire a fornire supporto alle organizzazioni che operano in scenari in continuo rinnovamento, come quello attuale.

Saper gestire il cambiamento, garantire la tempestività dei dati, rilevare le anomalie, o ancora creare un sistema predittivo efficace, sono solamente alcune delle leve dominanti, utili e necessarie alle imprese per pianificare il loro futuro da un punto di vista strategico, operativo e finanziario.

Il modello tradizionale a cui l'area controllo di gestione ha da decenni fatto riferimento – ossia la “ruota di Deming”, noto sotto l'acronimo PDCA (Plan, Do, Check, Action) – oggi risulta essere superato.

Fig. 3: La ruota di Deming.



Fonte: W. W. Scherkenbach, *The Deming Route to Quality and Productivity*, Washington, 1986.

Il modello prevede quattro fasi distinte, che si susseguono a livello temporale:

- Plan: si individua un obiettivo e si pianifica come raggiungerlo: si pensa ad un piano d'azione da attuare per conseguire un risultato soddisfacente. In questa fase di analisi è fondamentale coinvolgere persone appartenenti a diverse aree funzionali per scambiare idee e favorire lo sviluppo di una soluzione condivisa

- Do: si organizzano le risorse per implementare le azioni pianificate e realizzare il programma stabilito. In questa fase è importante monitorare costantemente lo stato di avanzamento delle attività e condividere idee o problemi riscontrati.
- Check: è la fase di monitoraggio e valutazione del risultato raggiunto tramite raccolta dati, strumenti di analisi, comunicazione, interviste e osservazione.
- Action: si procede con la standardizzazione della soluzione e la sua diffusione all'interno dell'organizzazione in caso di risultato soddisfacente per evitare che il problema si ripresenti o per consolidarla come punto di partenza per il raggiungimento di nuovi obiettivi futuri. In caso di risultato insoddisfacente o al di sotto delle aspettative, è opportuno rivedere la fase di pianificazione e ripercorrere il ciclo.<sup>2</sup>

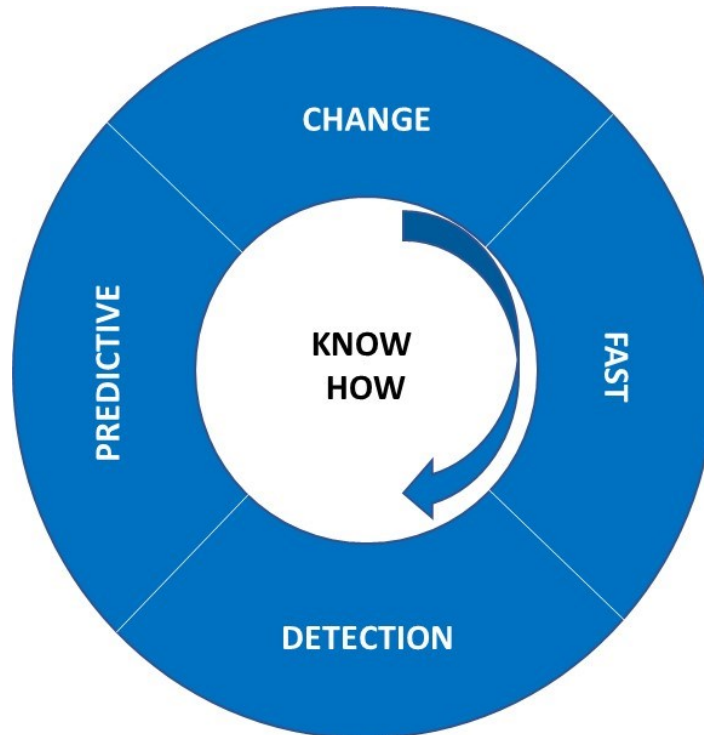
Grazie alla tecnologia e all'avvento dell'Industria 4.0, il modello si è evoluto con l'acronimo CFDP e può essere rappresentato come segue: *CHANGE* (management), *FAST* (closing), *DETECTION* (anomaly), *PREDICTIVE* (analytics).<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> W. W. SCHERKENBACH, *The Deming Route to Quality and Productivity*, George Washington Univ., Washington, 1986.

<sup>3</sup> A. TULLIO, *Dalle Tecniche alla Tecnologia, il controllo di gestione con il modello CFDP*. 2019, [https://www.biztool.it/dalle-tecniche-alla-tecnologia\\_full](https://www.biztool.it/dalle-tecniche-alla-tecnologia_full)

Fig .4: Modello CFDP di A. Tullio.



Fonte: A. Tullio, *Dalle Tecniche alla Tecnologia, il controllo di gestione con il modello CFDP*. 2019, [https://www.biztool.it/dalle-tecniche-alla-tecnologia\\_full](https://www.biztool.it/dalle-tecniche-alla-tecnologia_full)

- *CHANGE* (management) è l'attività di gestione del cambiamento che deve essere parte di un processo continuo di miglioramento gestito dal CFO e dal controller;
- *FAST* (closing) è l'attività di organizzazione tempestiva dei dati affinché questi diventino informazioni utili per le decisioni per tutte le funzioni aziendali. La ricerca del miglior rapporto costo/opportunità tra tempistica e

qualità del dato è raggiungibile esclusivamente con la digitalizzazione dei processi aziendali;

- *DETECTION* (anomaly) è l'attività di rilevazione di eventuali anomalie e permette il monitoraggio automatico e l'individuazione di eventi anomali nei dati raccolti. La tecnologia a supporto dei controller permette di riconoscere rapidamente le anomalie operative e di ridurre significativamente il tempo di risoluzione dei problemi. L'*Anomaly Detection* costituisce un ramo molto importante nell'ambito delle tecniche di Data Mining;
- *PREDICTIVE* (analytics) è l'attività di previsione di dati in grado di confrontare lo sforzo previsionale dell'essere umano con l'analisi previsionale ottenuta dall'utilizzo di algoritmi e tecniche di machine learning. È necessario avere un sistema di Business Intelligence flessibile ed integrabile con qualsivoglia altro software utilizzato dall'impresa al fine di costituire un'ottima base di partenza per l'implementazione di modelli predittivi.<sup>4</sup>

Le quattro fasi del modello sono tra di loro strettamente interconnesse, devono perseguire un filo logico e non sono interscambiabili come tempistica di realizzazione: il cambiamento culturale continuo garantisce il successo della

---

<sup>4</sup> A. TULLIO, *Dalle Tecniche alla Tecnologia, il controllo di gestione con il modello CFDP*. Opera cit. [https://www.biztool.it/dalle-tecniche-alla-tecnologia\\_full](https://www.biztool.it/dalle-tecniche-alla-tecnologia_full)



velocizzazione e della profondità del dato; l'organizzazione tempestiva dei dati deve essere costantemente monitorata con la rilevazione delle eventuali anomalie; l'*anomaly detection* garantisce il successo dell'attività predittiva. Il tutto è realizzabile solo con il supporto della tecnologia, in particolare dell'Intelligenza artificiale e del Cloud Computing.

L'intelligenza artificiale (IA), tecnologia che sta caratterizzando Industria 4.0, assume un ruolo fondamentale nel processo rinnovato sopra descritto. Senza di essa, infatti, sarebbe difficile individuare ed analizzare tempestivamente gli scostamenti in modo da intraprendere azioni correttive in tempi brevi. L'IA è in grado di fornire buoni forecast in tempi assai veloci. Perciò si possono testare e verificare la bontà delle *assumptions* nonché crearne di nuove da testare successivamente sulla base dei risultati ottenuti. In definitiva l'IA, tramite l'apprendimento automatico, rende le simulazioni più veloci e potenti.

Il Cloud Computing offre un'infrastruttura flessibile e scalabile. Tramite ciò, tutte le persone interessate possono accedere alle informazioni dovunque e da qualunque dispositivo garantendo un migliore coordinamento e trasparenza fra le diverse funzione aziendali e maggiore velocità in fase di pianificazione.

Il controllo di gestione diventa una funzione sempre più integrata con le aree operative dell'organizzazione, al fine di fornire dati finanziari e non finanziari a coloro i quali hanno responsabilità manageriali e, molto spesso, questi ultimi hanno accesso a strumenti cosiddetti "self-service" rispetto alle fonti informative.

Si sta sempre più abbandonando una pianificazione a livello di singole unità organizzative per abbracciare una pianificazione basata su una visione d'insieme dell'impresa lungo l'intera catena del valore, garantendo un migliore coordinamento fra le diverse unità, una maggiore coerenza e, soprattutto, un linguaggio "comune" dentro l'azienda. Si tornerà, quindi, verso una pianificazione di tipo top-down abbandonando il modello bottom-up, ove il processo di pianificazione è molto dispendioso in termini di tempo e risorse, coinvolge un numero assai elevato di persone e, spesso, richiede diverse modifiche per allineare gli obiettivi del top management ed i dati previsionali elaborati dalle singole divisioni.<sup>5</sup>

A parere di chi scrive, il modello tradizionale, che ha guidato per anni i processi di pianificazione e controllo, non va ritenuto del tutto superato a seguito dell'avvento di Industria 4.0, nonostante le nuove tecnologie permettano di svolgere attività nuove rispetto al passato, e l'impatto di queste sull'operatività aziendale non può essere trascurato.

Si ritiene, piuttosto, che ci sia una complementarità tra i due modelli, sopra analizzati. La fase di pianificazione (plan), ad esempio, la prima delle quattro nella ruota di Deming, non può considerarsi superata e non più adatta ai contesti

---

<sup>5</sup> M. DELLA POZZA, *Il futuro del controller fra co-piloti, big data, robot, cambiamenti di prospettiva, sostenibilità e intelligenza artificiale*, 2020. <https://www.linkedin.com/pulse/il-futuro-del-controller-fra-co-piloti-big-data-di-e-dalla-pozza/>

moderni. È un'attività indispensabile per le imprese di oggi come lo era nel passato. In questa fase vengono formulate le domande che permettono l'identificazione di eventuali problemi, le possibili cause che l'hanno generato, si fornisce una ragione per cambiare (l'obiettivo) e si procede con una previsione in merito ai benefici (tradotti in valori da misurare) che si otterranno dal cambiamento.

Quanto descritto non può essere considerato superato a seguito di Industria 4.0. Al contrario, le nuove tecnologie ben si integrano con tali attività, supportando i manager con dati e analisi più precisi rispetto al passato.

L'IA ne è un esempio, come scritto in precedenza, tale tecnologia permette di creare *forecast* accurati in tempi brevi, consentendo al management un'analisi degli scenari più completa rispetto al passato.

In altre parole, la fase di *predictive planning*, che nel modello CFDP occupa l'ultimo step del processo, può trovare applicazione nella fase iniziale del modello tradizionale, quando il management è impegnato nella pianificazione ed individuazione degli obiettivi.

Altro aspetto da considerare nasce dal confronto tra la fase "check" e la fase "fast closing". In sostanza, le due fasi hanno gli stessi obiettivi, ovvero raccogliere, organizzare i dati, e trasformarli in informazioni utili per la valutazione dell'operato aziendale. La differenza è sull'aspetto temporale, se in passato

venivano redatti report con cadenza mensile o settimanale, oggi c'è la necessità di monitorare di continuo le prestazioni aziendali. Questo è possibile grazie alle nuove tecnologie e grazie, in particolar modo, alla digitalizzazione dei processi aziendali.

I sistemi di cloud computing consentono, inoltre, di accedere alle informazioni in ogni dove e in qualsiasi momento, velocizzando e migliorando il lavoro tra le diverse aree funzionali.

L'analisi tempestiva dei dati rappresenta, dunque, un fattore di successo, ma questo non può essere inteso come un superamento del modello tradizionale. Il Fast Closing, pur migliorando la diffusione dei dati e consentendo la redazione di report in tempi brevissimi, rientra nella attività tipiche della fase di "check" del modello tradizionale.

La ruota di Deming si chiude con la fase "action" nella quale le soluzioni adottate vengono "standardizzate" e formalizzate, in modo che l'esperienza vissuta durante le fasi precedenti possa essere trasformata in conoscenza per l'azienda, utile per affrontare le sfide future. Industria 4.0 permette ampi sviluppi di questa parte del processo di controllo. Il *machine learning* applicato a quanto descritto, permette alle macchine stesse di imparare e mantenere la conoscenza, senza il necessario intervento dell'uomo.

Il modello tradizionale ha subito e subirà modifiche dalle innovazioni di Industria 4.0 ma non è corretto parlare di un suo completo superamento. D'altra parte, le

fasi descritte dal modello CFDP sono più attuali che mai: le aziende non possono non garantire la tempestività dei dati, rilevare le anomalie o, ancora, creare un sistema predittivo efficace. Compito del sistema di controllo di gestione è integrare nel modello tradizionale del processo di pianificazione e controllo le nuove attività che, oggi, possono essere svolte grazie allo sviluppo tecnologico. La sostanziale differenza rispetto al passato non è da ritrovare nelle procedure, piuttosto sulla velocità con la quale si alternano le fasi del processo e sull'accuratezza dei dati a disposizione.

### **3.3 GLI STRUMENTI INNOVATIVI PER IL CONTROLLO DI GESTIONE NELL'ERA DELL'INDUSTRIA 4.0**

La raccolta e l'analisi dei dati sono state attività che hanno caratterizzato i processi di Business Intelligence, (BI) per molti anni, ma la BI tradizionale necessita di essere adattata alle tecnologie dell'Industry 4.0, le quali generano grandi quantità di dati che devono essere elaborati e utilizzati nel processo decisionale al fine di generare valore aziendale.

La Business Intelligence ha migliorato i processi decisionali in una varietà di contesti per anni<sup>6</sup>, ma oggi è richiesta una trasformazione sulla scia della rivoluzione industriale in atto, affinché questo strumento possa mantenere un

ruolo centrale nei processi decisionali delle imprese. Si osserva come le *Smart Factory* generino un grande volume di dati industriali a grande velocità e il recente aumento della disponibilità di sensori e strumenti di acquisizione ha suscitato interesse per i sistemi cyber-fisici,<sup>7</sup> ma la creazione di valore derivante dall'utilizzo dei dati non ha ricevuto la stessa attenzione. In altre parole, le imprese si sono focalizzate maggiormente sulle innovazioni di carattere tecnico-produttivo e, solo in un secondo momento, sui benefici che un rinnovato sistema di BI potesse offrire in termini informativi e gestionali.

Il concetto di business intelligence tradizionale, fa riferimento all'insieme di tecniche, procedure e strumenti per l'acquisizione e la trasformazione di dati grezzi in informazioni fruibili per effettuare analisi di business e prendere migliori decisioni.<sup>8</sup> Gli obiettivi prioritari sono: aumentare la qualità dei dati, fornire, diffondere e condividere informazioni significative. La nuova "sorgente" di valore non è più solo rappresentata dalle informazioni ma dalle connessioni tra le stesse; per questo, ogni base di dati deve essere vista come un'opportunità per ritrovare nuove connessioni e inedite interrogazioni.<sup>9</sup>

---

<sup>6</sup> L. FINK, N. YOGEV, A. EVEN, *Business intelligence and organizational learning: An empirical investigation of value creation processes*, Information & Management, Elsevier, Amsterdam, 2017.

<sup>7</sup> J. LEE, B. BAGHERI, H.-A. KAO, *A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems*, Manufacturing Letters, Elsevier, Amsterdam, 2015.

<sup>8</sup> R. Piuca, *Cos'è la Business Intelligence, 2018*, [www.waybi.it/wp-content/uploads/2018/01/Way-Cos%C3%A8-la-Business-Intelligence](http://www.waybi.it/wp-content/uploads/2018/01/Way-Cos%C3%A8-la-Business-Intelligence).

<sup>9</sup> R. CANDIOTTO, *Il sistema informativo dell'azienda nell'ambiente digitale*, G. Giappichelli Editore, Torino, 2016.

I vantaggi della BI sono per lo più indiretti. La BI contribuisce al processo decisionale attraverso la raccolta, l'archiviazione e l'analisi dei dati aziendali.<sup>10</sup> Dal punto di vista tecnologo, la BI è una piattaforma software che si occupa di recuperare, trasformare e analizzare dati e fornire indicatori di performance (*Key Performance Indicator*, KPI), report e grafici. Inoltre, il miglioramento tecnologico e i nuovi *Cyber-Physical System* offrono nuove funzionalità di BI, come quelle predittive e indicatori adattativi<sup>11</sup>, che in precedenza non erano misurabili.

Le analisi consentite dai sistemi di BI si possono dividere in quattro tipologie diverse in base alle esigenze:

- *Reporting*: un set di report (tabellari e grafici) che permettono di disporre periodicamente di un'analisi delle varie metriche (fatturato, volumi, margini, costi, ecc.) riguardanti le diverse dimensioni del business (business unit, prodotto, canale, cliente, ecc.)
- *OLAP (on-line analytical processing)*: ambito in cui l'utente può autonomamente costruire percorsi di analisi, a fronte di un "magazzino dati" e di tecniche facili come ruotare le dimensioni, passare dalla sintesi al dettaglio, scegliere quale metrica visualizzare.

---

<sup>10</sup> L. FINK, *Business intelligence and organizational learning: An empirical investigation of value creation processes*, opera cit.

<sup>11</sup> B. BAGHERI, S. YANG, H.-A. KAO, J. Lee, *Cyberphysical systems architecture for self-aware machines in industry 4.0 environment*, IFAC-PapersOnLine, Elsevier, Amsterdam, 2015.

- *Simulazione (what if)*: si tratta del ricalcolo di un modello (conto economico, break even, costo di prodotto, ecc.) variando un parametro a monte.
- *Data Mining*: è la frontiera più avanzata della BI. Si tratta di applicare modelli statistici avanzati a grandi quantità di dati al fine di estrarre (*to mine*) l'informazione nascosta nei dati stessi. Si potrebbe dire che mentre nell'OLAP l'utente ha chiare le domande e arriva alle risposte mediante operazioni sul software, il Data Mining vuole dare risposte precise a domande vaghe: tendenze, trend, dipendenze, correlazioni, associazioni.<sup>12</sup>

Ai fini di questo elaborato ci concentreremo sul quarto punto, ossia il *Data mining*, essendo la funzione più innovativa dei sistemi di BI e che ha avuto impatto maggiore dalle recenti innovazioni di I4.0. Il ruolo del controller è, inoltre, legato allo sviluppo di tale strumento, perché, come spiegato in precedenza, tale figura ricopre oggi un ruolo sempre più integrato con le aree operative dell'organizzazione ed è di fondamentale supporto ai processi decisionali dei manager.

---

<sup>12</sup> PANG-NING TAN. *Introduction to Data Mining*. Pearson, New York, 2019



### 3.3.1 Il processo Knowledge Discovery from Data (KDD)

Il *Data Mining* (DM) è parte integrante del processo di scoperta della conoscenza, noto con il nome di *Knowledge Discovery from Data* (KDD). Il processo di estrazione della conoscenza, si basa sul data mining ed è iterativo, interattivo e costituito da più step e, ad ogni step, potrebbe essere necessario tornare indietro ai passi precedenti. All'interno del processo non si ha una formula ben definita e non è possibile fare una tassonomia completa di tutte le scelte possibili; è necessario, pertanto, comprendere quali sono le esigenze e le possibilità in ogni singola fase. L'obiettivo del processo KDD è l'estrazione dai dati di pattern validi, con un certo grado di certezza, nuovi, utili e comprensibili.

Il primo step si concretizza nella selezione dei dati. Questa fase include la scoperta dei dati a disposizione e la determinazione di quelli necessari per la costruzione del modello, senza i quali lo studio non potrebbe essere portato a termine. Il secondo passo è importante in quanto permette di migliorare l'affidabilità dei dati; infatti, vengono cancellati quelli non necessari, gestiti i valori mancanti ed eliminati i valori anomali e il rumore. Spesso, la mancanza del dato è dovuta a cause diverse legate al processo di "data entry", ad esempio malfunzionamento degli strumenti utilizzati nel processo di raccolta dati oppure mancato inserimento di un dato perché ritenuto non importante. I dati rumorosi possono, invece, essere causati da errori di trasmissione di rete o da limitazioni tecnologiche.

Nella terza fase, i dati grezzi sono trasformati in modo da essere resi fruibili per le analisi successive con le tecniche di data mining. Questo è un passaggio cruciale per l'intero processo di KDD e, solitamente, è fatto su misura per il progetto in esame. Una volta effettuata la trasformazione dei dati è possibile procedere con l'applicazione degli algoritmi di data mining e la scelta dipende dagli obiettivi del KDD e anche dalle decisioni prese negli step precedenti.<sup>13</sup> Gli obiettivi della fase di data mining sono due:

- descrizione: sfruttando capacità di analisi di tipo descrittivo, il modello consente di raggruppare dati storici che, per esempio, mostrano gruppi di utenti che hanno avuto un medesimo comportamento (da cui poi l'utente può provare a capire – attraverso l'analisi dei “dati comuni” a questo gruppo di utenti – come mai si è verificato tale comportamento);
- previsione: in questo caso, il modello raggruppa i dati affinché si possano stimare/prevedere scenari o risultati futuri. La modellazione predittiva, per esempio, viene utilizzata nella cosiddetta *Churn Analysis* per aiutare le aziende a non perdere i clienti prevedendo il loro comportamento di acquisto e le probabilità di abbandono.

---

<sup>13</sup> F. GULLO, *From Patterns in Data to Knowledge Discovery: What Data Mining Can Do*, Elsevier, Amsterdam, 2015.

I modelli più importanti e più usati sono: classificatori, che consentono di derivare un modello per la classificazione di dati secondo un insieme di classi assegnate a priori; alberi decisionali, ovvero particolari classificatori che permettono di identificare in ordine d'importanza un insieme di classi assegnate a priori; regole associative, che consentono di determinare le regole di implicazione logica presenti nella base di dati e, quindi, di individuare gruppi di affinità tra oggetti; clustering, che raggruppa gli elementi di un insieme a seconda delle loro caratteristiche in classi non assegnate a priori; regressione e serie temporali, che permettono l'individuazione di pattern ricorrenti o atipici in sequenze temporali complesse di dati.

Il termine Data Mining viene spesso usato per riferirsi all'intero processo KDD; pertanto, esso può anche essere definito come il processo di scoperta di modelli e conoscenza da una grande quantità di dati. In generale, il Data Mining può essere applicato a qualsiasi tipo di dato significativo per una determinata applicazione.

Per capire l'importanza e la versatilità di questa tecnica vale la pena di ricordare che anche, in questo elaborato, il Data Mining verrà analizzato con riferimento al contesto aziendale. Queste tecniche e strumenti sono applicati in ogni tipo di settore: dalla sicurezza pubblica alla radioastronomia, alla medicina o al controllo di processi industriali. La maggior parte degli algoritmi di data mining

non sono stati inventati per motivi commerciali ma vengono comunque presi in prestito dalla statistica, dal mondo dell'IT e dall'intelligenza computazionale (machine learning). La scelta di un algoritmo rispetto ad un altro dipende dai dati, dallo scopo della ricerca e dalle preferenze e capacità di colui che effettua l'analisi (data miner). Il campo del KDD e delle tecniche di DM è diventato sempre più necessario per ridurre il divario che si crea nel momento in cui la disponibilità dei dati cresce in modo esponenziale e il livello di elaborazione dell'uomo per tali dati non riesce a seguirne la tendenza, migliorando in modo costante e, quindi, più lentamente.

Il Data Mining permette di creare modelli in grado di connettere un gruppo di input verso uno specifico obiettivo. I dati sono "conservati" nei database aziendali e possono essere divisi in tre categorie: *Database data* (database management system - DBMS), *Data warehouse*, *Database transazionale*. Il *Database data* (database management system - DBMS) consiste in una collezione di dati interconnessi tra loro (database) e di un set di programmi software per gestirli e accedere ad essi. Il *Data warehouse* è un repository di informazioni raccolte da fonti eterogenee e memorizzate sotto uno schema unificato. I data warehouse sono costruiti attraverso un processo di data cleaning, data integration, data transformation, data loading e aggiornamento periodico. In questo caso, i dati vengono archiviati con una prospettiva storica e organizzati attorno a dei soggetti principali. Ad esempio, anziché archiviare una singola transazione di vendita, il

data warehouse può archiviare un riepilogo delle transazioni per tipologia di articolo, per ciascun negozio o per ogni area di vendita. Infine, il *Database transazionale* cattura una transazione, ad esempio l'acquisto da parte di un cliente, che ha un codice identificativo unico e una lista di oggetti che danno vita alla transazione. Un database transazionale può avere tabelle aggiuntive che contengono altre informazioni legate alle transazioni, ad esempio descrizioni o informazioni su venditori o filiali di vendita.

La statistica e il machine learning giocano un ruolo fondamentale nelle attività di data mining: da un lato i modelli statistici possono essere il risultato di un'attività di data mining, dall'altro le attività di data mining possono essere costruite sopra i modelli statistici, ad esempio la statistica può essere usata per modellare il rumore dei dati o i valori mancanti. L'inferenza statistica (o statistica predittiva) modella i dati tenendo conto della casualità e dell'incertezza e viene usata per trarre previsioni sul processo che si sta studiando. I test di ipotesi, invece, possono essere sfruttati per valutare i risultati di un modello e capire se questi sono significativi o meno.

Il machine learning indaga su come i computer possano imparare o migliorare le proprie performance attraverso i dati. I problemi classici affrontati dall'apprendimento automatico sono fortemente correlati al data mining.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> A. DE LUCA, *Big data analytics e data mining*, IPSOA, Milano, 2018.

### 3.3.2 Utilizzo del data mining in azienda

I sistemi di analisi predittiva aziendale permettono di proiettare gli scenari attendibili futuri per il business così da fornire al *management* dettagliati suggerimenti per le strategie e i comportamenti a medio o a lungo termine. Dalla segmentazione della clientela all'individuazione di anomalie, passando per la creazione di campagne promozionali mirate, l'analisi predittiva permette una pianificazione aziendale efficace ad ogni livello.

I sistemi di contabilità analitica industriale fanno da ponte tra i dati ricavati e il loro utilizzo in pratica, poiché sono strumento di calcolo e analisi dei costi per i manager che sono, poi, chiamati ad interpretare le evidenze. Come nel passato, essi rimangono un fondamentale strumento di governo nell'impresa che permette di reagire a mutamenti del mercato e di pianificare azioni da intraprendere nel medio-lungo periodo. Il controllo di gestione 4.0 deve necessariamente saper sfruttare le informazioni provenienti dalle analisi dei big data in modo da ottenere una mappatura dei processi aziendali e le loro reciproche interazioni, le informazioni tra loro scambiate, i canali di comunicazione e gli strumenti utilizzati. Dai dati si può rilevare ciò che non funziona, ciò che non raggiunge le aspettative o ciò che rallenta la produzione, sempre utilizzando un'ottica di controllo globale che includa tutta la supply chain.

Fra tutte le aree della supply chain, la parte della logistica e dei trasporti è quella in cui la Big Data Analytics è usata di più come supporto nel processo di decision-making. Si punta, quindi, a sviluppare algoritmi efficienti soprattutto di gestione delle scorte per la logistica in transito e sistemi intelligenti di trasporto (ITS).<sup>15</sup>

È noto quanto complesso sia gestire il magazzino: è facile perdere di vista, non solo il quantitativo dei codici articoli presenti, ma anche quanto sia il loro tempo di rotazione.

Con l'aiuto di algoritmi trasversali è possibile:

- raccogliere ed organizzare gli articoli presenti in anagrafica;
- agganciare i listini per avere i prezzi di acquisto aggiornati;
- incrociare questi dati con le distinte base di ciascuna macchina;
- prelevare tutte le informazioni sui dati di magazzino presenti.

Inoltre, con l'utilizzo dell'intelligenza artificiale, è possibile incrociare tutte le suddette informazioni, per poter trovare la combinazione di macchine che sia più "conveniente" produrre in base ai seguenti obiettivi:

- diminuire il più possibile il valore del magazzino (a valore o a quantità);

---

<sup>15</sup> T. NGUYEN, L. ZHOU, V. SPIEGLER, P. IEROMONACHOU, Y. LIN, *Big data analytics in supply chain management: A state-of-the-art literature review*. Computers & Operations Research, Elsevier, Amsterdam, 2018.

- spendere il meno possibile per completare un numero predefinito di macchinari;
- produrre le macchine che hanno un margine maggiore (percentuale o assoluto).

È in questa simbiosi uomo-macchina che vengono maggiormente valorizzati sia il valore decisionale dell'uno sia quello computazionale della macchina. In questo modo, non solo si ottimizzano i processi acquisti e produzione ma si facilita anche il processo decisionale delle vendite, simulando con la tecnica del “*what if*” e monitorando i margini, quali modelli “spingere” verso il mercato, con la finalità ultima, ma certamente molto importante, di generare flussi finanziari necessari a migliorare la posizione finanziaria netta (PFN) dell'impresa.<sup>16</sup>

L'utilizzo di data mining e le analisi predittive consentono, inoltre, la cosiddetta *churn analysis*, ossia l'analisi delle probabilità di perdita di un cliente: il data mining identifica le caratteristiche “tipiche” di un cliente che ha alte probabilità di abbandono, le analisi predittive più evolute faranno il resto (per esempio modellare scenari futuri e capire come prevenire l'abbandono o capire in anticipo come il cliente reagirà di fronte ad una nuova offerta o ad un servizio sviluppato proprio per evitare di perdere il cliente).

---

<sup>16</sup> A. TULLIO, *Controllo di Gestione: Intelligenza Artificiale sempre più strategica per le imprese*, 2021, <https://www.biztool.it/controllo-di-gestione-intelligenza-artificiale-strategia-per-le-imprese>.



Il data mining trova applicazione anche nell'analisi dei dati finanziari. Casi tipici di tali analisi includono la previsione del pagamento dei prestiti, l'analisi della politica di credito dei clienti, l'individuazione del riciclaggio di denaro sporco e di altri reati finanziari.<sup>17</sup>

Quanto descritto evidenzia come ci siano strumenti indispensabili per la sopravvivenza delle imprese, soprattutto in momenti in cui l'incertezza è dominante. La combinazione di strumenti così detti tech (Intelligenza Artificiale, Machine Learning, Business Intelligence, Data Mining), con processi e con competenze permettono di trasformare il flusso di dati in decisioni migliori e tempestive, intercettando i bisogni ed i comportamenti delle direzioni aziendali e prendere oculate decisioni operative, tattiche o strategiche in base ai migliori dati disponibili. Il controllo di gestione svolge un ruolo fondamentale in questo processo. Da un punto di vista operativo, è la funzione che permette la fruibilità delle informazioni prodotte dall'analisi dei dati, favorendone la comprensione per i manager. Da un punto di vista organizzativo, invece, gli addetti al controllo di gestione devono diventare responsabili del *Change Management*, intraprendendo un percorso affatto semplice ed alquanto sfidante: modificare i modelli

---

<sup>17</sup> L. MISCHITELLI, *Data mining, perché le aziende oggi non possono farne a meno*, Bigdata4innovation, 2021. <https://www.bigdata4innovation.it/data-science/data-mining/data-mining-perche-le-aziende-oggi-non-possono-farne-a-meno>

organizzativi, acquire skills e strumenti tecnologicamente avanzati e dar vita e gestire un processo culturale che tocchi tutte le funzioni aziendali.<sup>18</sup>

### *3.3.3 Considerazioni sugli strumenti di controllo 4.0*

I software più evoluti di business intelligence o le tecniche di data mining sono strumenti che, più di altri, hanno avuto un impatto a seguito di Industria 4.0, tuttavia, sarebbe sbagliato sostenere che le recenti innovazioni non abbiano, in qualche modo toccato gli strumenti tradizionali del controllo di gestione.

La contabilità analitica è stata a lungo utilizzata per aiutare i manager a comprendere i costi di gestione di un'impresa. Oggi le nuove tecnologie modificano le strutture produttive, coinvolgendo, di conseguenza, la contabilità analitica. Le componenti di costo del prodotto del tipo manodopera diretta e materie prime vanno riducendosi, lasciando spazio agli ammortamenti, ai costi di progettazione e a quelli dell'elaborazione dei dati. Chiaramente, di fronte a questo sbilanciamento dei costi, la contabilità tradizionale presenta alcuni limiti che si potrebbero riflettere, principalmente, in una determinazione del costo di prodotto errata ed inaffidabile.

---

<sup>18</sup> A. TULLIO, *Dalle Tecniche alla Tecnologia il Controllo di Gestione con il Modello CFDP*, 2019. [https://www.biztool.it/dalle-tecniche-alla-tecnologia\\_full](https://www.biztool.it/dalle-tecniche-alla-tecnologia_full)

I sistemi di contabilità dei costi hanno bisogno di informazioni aggiornate, concise e, soprattutto, tempestive, per aiutare il manager nel prendere le decisioni migliori. I vecchi sistemi di cost accounting non forniscono una guida adeguata al raggiungimento degli obiettivi della produzione flessibile ed automatizzata.

L'impatto di Industria 4.0 deve spingere le imprese e, più nello specifico il sistema di controllo di gestione a ripensare la struttura dei tradizionali sistemi di calcolo del costo del prodotto. A parere di chi scrive, se è vero che la quarta rivoluzione industriale ha messo in discussione l'efficacia dei sistemi di contabilità analitica tradizionale, è anche vero che le stesse innovazioni prodotte da industria 4.0 possono essere la soluzione a tale "problema".

Con i dati acquisiti digitalizzando i processi o utilizzando le informazioni esistenti, l'azienda può determinare il costo di produzione in modo più rapido e spesso più accurato. Questo consente di analizzare la redditività per prodotto, cliente, ordine in funzione degli obiettivi. Grazie alla tecnologia alla base dell'industria 4.0 si possono, dunque, determinare i costi di produzione più rapidamente ed essere più competitivi.

I costi relativi alle nuove tecnologie dovrebbero essere collegati direttamente ai prodotti ed ai processi che li utilizzano. Questo si traduce in una maggiore necessità di informazioni ma, a differenza del passato, queste sono oggi disponibili e consentono di migliorare l'imputazione dei costi. Dal momento che molti processi di trasformazione sono sotto il controllo di software gestionali

evoluti, le informazioni ad essi relative sono disponibili in tempo reale. Nei casi estremi, ogni attività, anche la più elementare, può essere monitorizzata e messa in relazione alle altre attività, e, sempre grazie alla rete di trasmissione dati, è possibile ottenere, con continuità, rapporti dettagliati sugli stati di avanzamento delle lavorazioni. Oggi i progettisti di sistemi di gestione dei costi possono avvalersi di una maggiore potenza di elaborazione, e di sistemi informativi più affidabili, più tempestivi e quindi più efficaci di quelli disponibili nel passato. Non è più necessario adattarsi a procedure semplificate o sintetiche a causa della difficile realizzabilità di soluzioni più significative o tempestive. I costi di raccolta, elaborazione e trasmissione dei dati si sono ridotti al punto da rimuovere ogni ostacolo di tipo tecnico alla progettazione e all'implementazione di sistemi di contabilità direzionale efficaci.

Oggi le aziende investono sull'engagement virtuale e anche questo elemento va misurato al meglio, attraverso l'utilizzo delle piattaforme social, che consentono di analizzare il costo dei leads. Il sistema di controllo di gestione è chiamato a supportare il management con attività di analisi sui costi del prodotto nelle varie fasi del suo ciclo di vita, sugli investimenti a lungo termine, oltre che con numeri di forecast. Gli strumenti tradizionali del sistema di controllo di gestione devono essere integrati con i moderni software gestionali, in modo da sfruttare al meglio la conoscenza derivante dall'analisi dei dati.

È necessario sviluppare, inoltre, nuovi indicatori in linea con i nuovi strumenti utilizzati dalle imprese. Un esempio è il NDBC, un indicatore utilizzato per capire quanto il data base abbia contribuito al valore creato dall'impresa in un dato periodo. Il NDBC si ottiene sottraendo al Margine Operativo Lordo (MOL) i costi sostenuti per la creazione e la gestione del data base e i costi di vendita.

Pertanto:

$$\text{NDBC} = (N * \% \text{Acq.}) * (\text{Mlu} - \text{Cvu}) - N * (\text{Cdb})$$

dove:

- N = numero totale leads;
- % Acq. = Percentuale pezzi venduti;
- Mlu = margine lordo unitario;
- Cvu = costo di vendita unitario;
- Cdb = costo data base.

È importante sottolineare che l'NDBC essendo espresso in termini monetari, non permette di valutare l'efficienza relativa (rispetto ai benchmark di settore), per questo motivo si ricorre al Data Base Return on Investment (Data Base ROI), che rapporta l'NDBC ai costi sostenuti per il data base.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> F. CULASSO, M. VIASSONE, I. BOSCHIS, *Il ruolo del controller nell'era digitale: un caso di successo*, 2019. [www.assocontroller.it/WordPress/wp-content/uploads/2019/05/Culasso\\_Boschis\\_2\\_2019.pdf](http://www.assocontroller.it/WordPress/wp-content/uploads/2019/05/Culasso_Boschis_2_2019.pdf)

L'impatto di Industria 4.0 sugli strumenti tradizionali di controllo di gestione non può essere trascurato: le aziende devono rivalutare le strutture dei sistemi di calcolo del costo del prodotto, tenendo conto delle modifiche che le nuove tecnologie apportano alla struttura produttiva. Il processo di costruzione e di analisi dei "big data" in Industria 4.0 ha un beneficio finale per l'impresa quando, nel nuovo progetto, il modello attribuisce ai dati quantitativi e qualitativi anche una rilevanza economica e temporale. Questi elementi consentono al management ed alla proprietà di acquisire competenze di gestione per migliorare la redditività e la marginalità dei prodotti e servizi attraverso l'ottimizzazione dei costi aziendali e la riduzione degli sprechi. Sono necessari, dunque, nuovi indicatori, come quelli proposti in precedenza, in grado di fornire informazioni circa il contributo dei nuovi strumenti al valore realizzato dall'impresa.

Va specificato, tuttavia, che ogni azienda fa caso a sé ed ha peculiarità proprie che la differenziano da aziende pur simili per prodotti realizzati, attività e processi industriali, per dimensione ed organizzazione. Un modello gestionale dei dati ed un criterio di classificazione dei costi vanno studiati e creati prima, informatizzati poi. Ogni modello può non essere valido "per tutte le stagioni" o non è una ricetta universalmente valida per aziende tra loro concorrenti.

Nello sviluppare un modello informatico e scegliere una configurazione di costo occorre, quindi, tener conto degli elementi che caratterizzano il prodotto o servizio (oggetto di riferimento, natura, variabilità) e dei diversi fattori produttivi

necessari per realizzarlo e introdurlo sul mercato. La scelta, ovviamente, va sempre orientata in funzione degli obiettivi che ci si aspetta dalle elaborazioni. Ma anche lo stato più o meno avanzato dell'organizzazione aziendale e della presenza, nei reparti, di strumenti di diagnostica e rilevazione dei dati contribuisce a qualificare quanto il modello di calcolo del costo possa essere specializzato e "raffinato" al momento della sua costruzione.

### **3.4 LA FIGURA DEL CONTROLLER NELL'INDUSTRIA 4.0**

In precedenza, è stato analizzato il percorso evolutivo conosciuto dal sistema di controllo di gestione nel tempo, con particolare riferimento ai cambiamenti subiti dallo stesso a seguito delle nuove esigenze aziendali dovute ai cambiamenti del contesto competitivo di fine anni '70. Da quel momento i sistemi di controllo si sono evoluti al fine di soddisfare le nuove esigenze informative dei manager.

Dopo aver analizzato come le nuove tecnologie, figlie della quarta Rivoluzione Industriale, possano impattare sul sistema di controllo di gestione e strategico in termini di strumenti utilizzati, informazioni da elaborare e precisione dei dati, è necessario capire come esse abbiano favorito un profondo cambiamento del ruolo e delle mansioni attribuite al controller.

Nel tempo, infatti, si è osservato un cambiamento del ruolo del controller, il quale, è passato da mansioni tipicamente routinarie, come la rendicontazione di

fine mese, la redazione dei rendiconti finanziari, la tenuta della contabilità generale, l'implementazione e la tenuta della contabilità dei costi, ad attività soprattutto di carattere strategico,<sup>20</sup> come riportato dalle numerose ricerche condotte da IMA (Institute of Management Accountants). Gli studi evidenziano, infatti, come i controller si stiano spostando dalla produzione di dati all'interpretazione delle informazioni che contribuiscono alle attività decisionali.

Nell'ambiente di lavoro moderno, i controller contribuiscono con la loro esperienza a guidare l'impresa verso il successo, assumendo posizioni di leadership. Queste figure stanno rispondendo alle mutevoli aspettative ponendo una maggiore enfasi sulle attività a valore aggiunto per le imprese, partecipando sempre più spesso all'analisi dei dati e alla formulazione di soluzioni a problemi di carattere strategico.

Quanto descritto è stato possibile proprio grazie all'evoluzione tecnologica. La diffusione sempre più capillare dei sistemi ERP ha permesso, anche alle piccole imprese, di integrare i processi aziendali con le informazioni dei vari dipartimenti, riuscendo, in tal modo, a migliorare i propri processi e i propri sistemi informativi, così da ottimizzare i meccanismi di gestione operativa, rendendo le imprese più competitive. In particolare, i sistemi informativi di gestione (MIS, Management Information System) hanno permesso alle imprese di

---

<sup>20</sup> R. LAWSON, *How controllers become business partners*, STRATEGIC FINANCE, 2016, <https://sfmagazine.com/post-entry/july-2016-how-controllers-become-business-partners>.



raccogliere dati aziendali e archivarli in database, fornendo un'importante mole di informazioni a supporto dei processi decisionali. Dunque, la possibilità di raccogliere informazioni eterogenee tra di loro ha fatto sì che i controller non si concentrassero più unicamente sulla sola dimensione economica-finanziaria della gestione aziendale, ma anche su rapporti statistici utili a monitorare performance non finanziarie come la soddisfazione dei clienti, i sistemi di controllo della qualità e i sistemi di ricompensa, indirizzati a manager e dipendenti per stimolare il miglioramento.

L'avanzamento della tecnologia consente oggi l'automazione di molti lavori in passato svolti manualmente; la connettività, attraverso i social media, la disponibilità di dati e di nuove fonti e la crescente globalizzazione comportano, per il controller, una maggior mole di informazioni da prendere in considerazione e che deve essere resa fruibile attraverso report e modelli. In questo contesto, il controller assume un ruolo preciso sulla base dei diversi compiti a cui deve rispondere:

- *Strategist*: influenzare la direzione futura dell'azienda.
- *Steward*: preservare gli asset e gestire il rischio.
- *Catalyst*: aiutare a guidare l'execution.

- *Operator*: eseguire un'efficace ed efficiente operazione di finanziamento.<sup>21</sup>

La sfida per il controller è quella di mantenere un bilanciamento tra le responsabilità tradizionali e quelle di tipo strategico nello svolgimento del proprio lavoro.<sup>22</sup> Al fine di migliorare il proprio ruolo nell'organizzazione, il controller dovrà seguire un percorso di crescita in tre step:

- diffondere spiegazioni approfondite sul business fornendo le informazioni necessarie agli utenti in modo accurato ed efficace;
- ottenere un ruolo organizzativo strategico;
- incrementare le skill all'interno dell'organizzazione.

Per attuare quanto descritto, un buon controller deve possedere, oltre alle skills più tradizionali, anche un kit di competenze relative all'utilizzo delle piattaforme web e degli strumenti di analisi dei dati, che influenzano l'azienda in tutte le sue funzioni; inoltre, gli occorrono attitudini comportamentali, legate ad approcci risolutivi e di *problem solving*; infine, deve conoscere le logiche di fondo e saper utilizzare gli strumenti informativi e gestionali più innovativi.

---

<sup>21</sup> B. KAPLAN, A. WAELTER, W. NUTTYCOMBE, C. CARRINGTON, *A new true north: Shaping a vision for the future of controllership*, Center for Controllership research, 2017.

<sup>22</sup> B. KAPLAN, *A new true north: Shaping a vision for the future of controllership*, 2017, opera cit.

Il controller deve poter valutare il reale patrimonio di un'azienda che, come detto precedentemente, è costituito sempre più dal suo database interno, e deve saper assegnare un valore agli investimenti in comunicazione (ad esempio, calcolando il ritorno in termini di numero di contatti acquisiti); deve partecipare alle riunioni in cui si discute di formulazione della strategia, di investimenti, di processo di acquisizione di nuovi clienti, fornendo idee/spunti e materiale documentale a supporto.

Il controller deve comprendere la realtà in cui opera l'azienda, studiare i cambiamenti e le evoluzioni del settore, analizzare le difficoltà e cercare soluzioni per affrontarle. Per raggiungere questi risultati il controller deve essere coinvolto nella selezione delle risorse umane, in modo da poter calcolare il ritorno degli investimenti fatti su queste stesse. Senza queste skills, il controller rischia di essere un semplice *bean counter*, ossia un contabile puro.<sup>23</sup>

Nei prossimi anni sempre più controller assumeranno il ruolo di co-pilota dell'imprenditore/manager delle imprese per cui lavorano. Assieme ai compiti tradizionali, i controller supporteranno i manager nella conduzione dell'impresa tramite analisi *make or buy*, analisi di convenienza, piani di fattibilità, creazione di scenari e *scenario planning*, ricorrendo cioè a dati numerici per supportare concretamente i diversi progetti strategici previsti e correggerli tempestivamente

---

<sup>23</sup> F. CULASSO, M. VIASSONE, I. BOSCHIS, *Il ruolo del controller nell'era digitale: un caso di successo*, opera cit.

in caso di mutamenti dell'ambiente circostante. Il controller, perciò, giocherà un ruolo sempre più importante nello sviluppo futuro dell'impresa e diventerà un prezioso consigliere della direzione offrendo il proprio e competente punto di vista su sviluppi e progetti futuri.<sup>24</sup>

Con le recenti innovazioni tecnologiche, la quantità e la qualità dei dati è enormemente aumentata e ciò spinge le organizzazioni a sviluppare nuove competenze, soprattutto digitali. Chi si occupa di controllo di gestione non può sottrarsi dall'acquisire skills e conoscenza in modo da integrare gli strumenti tradizionali con le tecnologie attuali, figlie della quarta Rivoluzione Industriale.

Anche il ruolo del controller in azienda è profondamente cambiato nel tempo ed oggi è sempre più al centro del processo decisionale, diventando un vero e proprio consigliere dei manager (nonché business partner delle singole funzioni aziendali). Il controller, perciò, giocherà un ruolo sempre più importante nello sviluppo futuro dell'impresa, offrendo il proprio e competente punto di vista su sviluppi e progetti futuri.

I controller di oggi sono sempre più impegnati nella raccolta, analisi e diffusione di dati di natura non-finanziaria. Soddisfare esigenze informative di questo tipo, ha portato i controller a modificare le proprie mansioni ma anche a

---

<sup>24</sup> M. DELLA POZZA, *Il futuro del controller fra co-piloti, big data, robot, cambiamenti di prospettiva, sostenibilità e intelligenza artificiale*, opera cit.

sviluppare skills e competenze trasversali, su temi apparentemente distanti dal controllo di gestione, un esempio: la sostenibilità e il rispetto per l'ambiente.

Industria 4.0 favorisce la transizione verso un tipo di economia circolare, sostenibile, in grado di gestire in modo consapevole ed efficiente le risorse del nostro pianeta, puntando a una riduzione degli sprechi e a un radicale ripensamento nella concezione dei prodotti e nel loro uso nel tempo.

I recenti sviluppi tecnologici aprono nuovi spazi di innovazione per la progettazione e la produzione più sostenibile, così come per la realizzazione di processi che consentano di tracciare il consumo delle risorse e l'utilizzo dei prodotti.

La crescente attenzione verso la sostenibilità non ha risparmiato il bilancio d'esercizio, come si evince dall'evoluzione subita: il bilancio, da documento utilizzato per comunicare agli azionisti ed agli altri stakeholders lo stato di salute economico-finanziario dell'impresa, oggi contiene sempre più informazioni di carattere non finanziario, tanto che si parla di *Integrated Reporting* per sottolineare l'integrazione fra bilancio civilistico e bilancio di sostenibilità.

L'azienda deve trattare e rendicontare nel report i temi che, secondo l'analisi di materialità effettuata dal management, influenzano considerevolmente le decisioni degli stakeholder oppure che riflettono gli impatti significativi dell'azienda su economia, ambiente e società. Per le diverse aree identificate, sarà

necessario identificare i KPI in modo da rendicontare le performance raggiunte in ognuna delle tre dimensioni.

Quanto esposto avrà importanti ripercussioni sul ruolo del controller, il quale, dovrà implementare sistemi informativi e di controllo per monitorare l'andamento dei KPI non finanziari, nonché orientare le scelte del management verso una sempre maggiore sostenibilità, a tutti i livelli aziendali e a tutti i livelli della catena del valore.

Trascurare questi aspetti può essere molto rischioso per l'impresa, la quale non riuscirebbe a gestire gli effetti negativi sull'andamento del fatturato, gestione dei pagamenti ed in un'ultima analisi sulla struttura finanziaria dell'impresa. Infatti, banche, assicurazioni ed investitori sono sempre più attenti al tema e decidono di investire sempre meno nelle aziende più inquinanti, in quanto considerate più rischiose.

Il controller, dunque, è chiamato ad un'analisi ampia, che coinvolga molteplici aspetti della realtà aziendale e ciò comporta la raccolta e lo studio di numerosi dati, spesso eterogenei tra di loro. Questo rende le attività di forecasting più complesse, ma allo stesso tempo più complete e accurate.

### 3.5 CONTROLLO DI GESTIONE 4.0: ALCUNE SFIDE PER IL FUTURO

Guidare le imprese verso la transizione a una cultura digitale non è semplice.<sup>25</sup> Studi e articoli recenti presentano numerosi esempi di imprese che investono milioni per sviluppare prodotti, infrastrutture digitali, ottenendo un'attenzione altissima da parte di media e investitori, ma non sempre conseguendo i risultati sperati in termini di performance e, spesso, si guadagnano il dissenso da parte degli azionisti.<sup>26</sup>

Gestire il cambiamento, garantire la tempestività dei dati, rilevare le anomalie e creare un sistema predittivo efficace: sono azioni che non possono più essere rimandate dalle imprese. Sono però tre, le principali sfide che le imprese dovranno affrontare nel futuro: gestione dei costi, competenze, cambiamento culturale.

Il timore che i costi da sostenere per gli investimenti in tecnologia ed in formazione siano troppo rilevanti per le aziende non è del tutto vero. Oggi, grazie anche alla finanza agevolata nonché a diverse leggi sul credito d'imposta, non c'è azienda, anche dimensionalmente piccola, che non possa sostenere costi per affrontare il cambiamento.

---

<sup>25</sup> H. SHAUGHNESSY, *Creating digital transformation: strategies and steps*, in Strategy & Leadership, Emerald Publishing Limited, Regno Unito, 2018.

<sup>26</sup> P. MERTENS, M. WIENER, *Riding the Digitalization Wave: Toward a Sustainable Nomenclature in Wirtschaftsinformatik*, in Business & Information Systems Engineering, 2018.

Il Governo italiano ha mostrato interesse sul tema della trasformazione digitale; infatti, già nel 2016 fu presentato a Milano il Piano Nazionale Industria 4.0 (Piano Calenda), il quale prevedeva, riportando le parole dello stesso Calenda: “un insieme di misure organiche e complementari in grado di favorire gli investimenti per l’innovazione e per la competitività ... Saper cogliere questa sfida, però, non riguarda solo il Governo, ma riguarda soprattutto gli imprenditori ... Il successo del Piano Industria 4.0 dipenderà dall’ampiezza con cui ogni singolo imprenditore utilizzerà le misure messe a disposizione.”

Nel 2021, con il piano denominato “*Next Generation Italia*”, altre risorse sono state messe a disposizione per le imprese. Come si evince dal testo della Legge di Bilancio 2021 (comma 1051 e 1064 – Legge 30 dicembre 2020, n. 178), sono stati stanziati circa 24 miliardi di euro che hanno il fine ultimo di sostenere la ripresa economica e gli investimenti privati e dare stabilità alle imprese, accompagnandole nel processo di transizione tecnologica nel tentativo di colmare il divario di “*digital intensity*” che l’Italia ha maturato nei confronti del resto d’Europa, stimato in minori investimenti per circa 2 punti di PIL. Il progetto del Governo Italiano – ispiratosi anche a *best practice* a livello internazionale, ad esempio Manufacturing USA, Industrie du Futur, Industrie 4.0 – si concretizza nella predisposizione del nuovo Piano Transizione 4.0, con decorrenza il 16 novembre 2020, in continuità con i precedenti Piani Industria 4.0 (21 settembre



2016) e Impresa 4.0: il nuovo Piano intende favorire attraverso misure di natura fiscale (es. credito d'imposta) l'acquisto di prodotti e servizi tecnologici da parte delle aziende, così da promuovere la diffusione di tecnologie di smart-manufacturing, stimolare il processo innovativo e supportare il progresso del "Made in Italy".<sup>27</sup>

L'implementazione in azienda delle tecnologie 4.0 non garantisce automaticamente un miglioramento delle performance in termini gestionali. Se le funzioni di controllo non sono in grado di gestire e comprendere i dati prodotti dalle tecnologie implementate si possono riscontrare, piuttosto, dei peggioramenti. In tale prospettiva, un ruolo maggiormente strategico nell'organizzazione sarà riservato alla figura del controller, il quale dovrà considerare le nuove opportunità e l'ampio ammontare di dati forniti dalle nuove tecnologie.<sup>28</sup> Sviluppare nuove competenze in azienda è fondamentale: bisogna affrontare l'attualità con una preparazione digitale maggiore e più adeguata, con la flessibilità di strumenti e tecniche gestionali che richiedono un'assonanza completa tra conoscenza umana e tecnologia. Una armonia che deve essere trovata ed attuata anche tra le diverse generazioni a condizione che si sia sempre disposti a rinunciare alle consuete abitudini tecnico-operative per vivere efficacemente e senza timori il cambiamento.

---

<sup>27</sup> DELOITTE, *L'importanza di un approccio ecosistemico alle iniziative di Industry 4.0. Una fotografia del settore manifatturiero italiano*, Milano, 2021, [www2.deloitte.com](http://www2.deloitte.com).

La sfida più difficile per le imprese non è, però, solo sul piano delle competenze, ma di carattere culturale, e consiste nel rimettersi in gioco e cominciare a ragionare in ottica manageriale. L'innovazione digitale, unitamente al momento di crisi che si sta vivendo, non forniscono solo nuovi strumenti di lavoro e non si limitano solo ad agire da leva per il cambiamento, ma impongono un ripensamento radicale del modo di stare sul mercato da parte di tutte le aziende: le aziende che non riusciranno a prevedere scenari diversi e ad adattarsi rapidamente all'evoluzione dei medesimi, subiranno perdite di competitività tali da mettere a rischio la continuità aziendale.<sup>29</sup>

Il sistema di controllo di gestione deve essere in grado di capire le nuove prospettive e i nuovi scenari che si presenteranno, supportare la proprietà e il top management, e diventare da stimolo per affrontare le diverse sfide quotidiane. Spesso i manager resistono al cambiamento, perché non hanno una vision adeguata e restano legati a strutture competitive rigide, che poco si adattano ai nuovi contesti competitivi sempre più digitalizzati; se imprenditori e manager non riescono a cogliere l'opportunità per ripensare il proprio modello di business, l'azienda è destinata alla crisi, sorpassata da attori che, invece, possiedono flessibilità e maggior lungimiranza. Compito del controller è proprio quello di

---

<sup>28</sup> B. KAPLAN, A. WAELTER, W. NUTTYCOMBE, C. CARRINGTON, *A new true north: Shaping a vision for the future of controllership*, Center for Controllershi research, opera cit.

<sup>29</sup> A. TULLIO, *Il controllo di gestione al tempo del Covid-19 e la regola delle 3 "C"*, 2021. <https://www.biztool.it/il-controllo-di-gestione-al-tempo-del-covid-19-e-la-regola-delle-3-c>.

indurre alla riflessione imprenditori e manager, fornendo consulenza e servizi di *data analysis*.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> F. CULASSO, *Il ruolo del controller nell'era digitale: un caso di successo*, opera cit.

## CONCLUSIONI

Questo studio ha cercato di rispondere alla domanda se e come il paradigma di Industria 4.0 possa impattare sul sistema di controllo di gestione.

A tal fine è stata condotta un'indagine che ha osservato più nel dettaglio tre aspetti fondamentali che caratterizzano il sistema di controllo di gestione: il processo di pianificazione e controllo, gli strumenti e il ruolo del controller.

È emerso che la quarta rivoluzione industriale rischia di condizionare fortemente i processi di controllo di gestione, tanto da poter condurre ad un superamento del modello tradizionale a cui la funzione ha per decenni fatto riferimento. Oggi, grazie alla tecnologia, il modello di controllo si è evoluto, il processo di pianificazione e controllo 4.0 si pone l'obiettivo di ottimizzare la produzione, rendere sempre più precise le manovre correttive e prevedere tempestivamente le modifiche dei trend al fine di mantenere il vantaggio competitivo.

Pur integrando la letteratura già esistente riguardante le nuove tecnologie e le conseguenze sui sistemi di controllo di gestione, pare rilevante sottolineare come il lavoro di tesi non fornisce un modello di controllo che si sostituisce a quello tradizionale. Al contrario, ciò che si propone è un'integrazione dei due modelli.

L'obiettivo per il futuro, infatti, è riuscire a sfruttare le nuove tecnologie, che permettono analisi di volumi di dati sempre maggiori, in tempi sempre più brevi, in modo da generare maggior valore attraverso le attività tradizionali dei processi di controllo di gestione.

Per rendere possibile quanto descritto è necessaria un'integrazione tra gli strumenti innovativi e quelli tradizionali. Il presente studio mostra, in particolare, come sia necessario per il sistema di controllo di gestione adottare strumenti innovativi che rendano possibile l'analisi degli scostamenti istantanei, l'analisi dei Big Data, la creazione di modelli statistici predittivi, senza svalutare, però, l'importanza degli strumenti tradizionali, i quali mantengono, in uno scenario rinnovato come quello attuale, la loro utilità nel fornire informazioni ai manager. La contabilità analitica, in particolare, è lo strumento che potrebbe trarre il maggior beneficio dalla digitalizzazione dei processi produttivi. Per mezzo delle nuove tecnologie alla base di Industria 4.0, il calcolo del costo del prodotto potrebbe, infatti avvenire in tempi decisamente più brevi e in modo più accurato rispetto al passato.

I controller devono diventare promotori del cambiamento organizzativo, tecnologico e decisionale necessari all'impresa per acquisire vantaggi competitivi derivanti dall'Industria 4.0. In particolare, i controller devono giocare un ruolo

strategico in grado di influenzare la direzione futura dell'azienda. Per far ciò è necessario essere dotati di capacità di dialogo con tutte le aree aziendali nonché di una profonda cultura manageriale. Da un punto di vista operativo, i controller rendono fruibili le informazioni provenienti dai grandi volumi di dati che le aziende producono. Le nuove tecnologie, da sole, non garantiscono miglioramenti in termini gestionali: è necessaria una comprensione e gestione dei dati prodotti affinché possano essere trasformati in conoscenza.

Il controller deve altresì sviluppare competenze digitali, in modo da poter sfruttare al meglio i rinnovati sistemi di BI e Data Mining, ma la vera sfida è mantenere un bilanciamento tra responsabilità tradizionali e incarichi di tipo strategico, oltre ad integrare vecchi e nuovi strumenti, al fine di soddisfare ogni esigenza informativa dei manager, sia finanziaria che non.

In conclusione, Industria 4.0 è indubbiamente una sfida ma anche una grande opportunità per le imprese. Occorre non farsi cogliere impreparati, ripensare il proprio modello di business e, se necessario, riadattarlo e riorganizzarsi per affrontare le sfide future.

Le imprese devono essere in grado di sfruttare i mezzi messi a disposizione dal Governo al fine di facilitare l'implementazione delle nuove tecnologie e velocizzare il processo di digitalizzazione. Per raggiungere tale scopo, è necessario acquisire, o sviluppare, competenze digitali in modo da gestire e

comprendere i dati prodotti dalle tecnologie implementate. La sfida più importante rimane, però, quella culturale: restare ancorati a schemi obsoleti, con una struttura organizzativa rigida, che mal si adatti alle nuove esigenze e necessità del consumatore, può avere effetti negativi di grande portata.

Il sistema di controllo di gestione deve essere in grado di cogliere le nuove opportunità e di operare efficacemente nei nuovi scenari che si presenteranno integrando le innovazioni prodotte da Industria 4.0 con le competenze, le funzioni e gli strumenti più tradizionali del sistema di controllo di gestione.

## BIBLIOGRAFIA

- AMIGONI F., *I sistemi di controllo direzionale. Criteri di progettazione e di impiego*, Giuffrè, Milano, 1979;
- AMIGONI F., *Misurazioni d'azienda. Programmazione e controllo*, Giuffrè, Milano, 1988.
- ANTHONY R. N., *Il controllo manageriale*, Franco Angeli, Milano, 1990.
- ANTHONY R. N., *Planning and Control Systems: A Framework for Analysis*, Harvard Business School Press, Boston, 1965.
- ANTHONY R. N., *Sistemi di pianificazione e controllo. Schemi di analisi*, Etaslibri, Milano, 1967.
- ARCARI A., *Programmazione e controllo*, Mcgraw-Hill Education, Milano, 2014
- ASSENZA G., L. FARAMONDI, L. VOLLERO, G. OLIVA, *Aspetti innovativi dell'industria 4.0 e applicazione alla sanità e all'industria farmaceutica*, Università Campus Bio-Medico di Roma, MEDIC Metodologia Didattica e Innovazione Clinica. 2018.
- AZZONE G., *Sistemi di controllo di gestione. Metodi, strumenti e applicazioni*. Etas, Milano, 2006.
- BAGHERI B., S. YANG, H.-A. KAO, J. Lee, *Cyberphysical systems architecture for self-aware machines in industry 4.0 environment*, IFAC-PapersOnLine, Elsevier, Amsterdam, 2015.
- BAGNOLI C., A. BRAVIN, M. MASSARO, A. VIGNOTTO, *Business Model 4.0. I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*, Ca' Foscari, Venezia, 2018.
- BASTIA P., *Programmazione e controllo dei progetti integrati*, Clueb, Bologna, 1986;
- BERGAMIN BARBATO M., *Programmazione e controllo in un'ottica strategica*, Utet, Torino, 1991.
- BORDIGNON M., *Il controllo di gestione. Strumenti, evoluzione, esigenze e potenzialità*, Le Fonti, Milano, 2008.



- BRUNETTI G., *Il controllo di gestione in condizioni ambientali perturbate*, Franco Angeli, Milano, 1999.
- BRUSA L., F. DEZZANI, *Budget e controllo di gestione*, Giuffrè, Milano, 1983;
- BRUSA L., *L'amministrazione e il controllo: logiche e strumenti*, Etas, Milano, 2001.
- BRUSA L., *Lezioni di economia aziendale*, Giappichelli, Torino, 2013.
- BRUSA L., *Sistemi manageriali di programmazione e controllo*, Milano, Giuffrè, 2000.
- BUBBIO A., *Il controllo di gestione che si dovrebbe fare ma non si fa*. Sviluppo&Organizzazione. 2012.
- BUMBLUSKAS D., H. NOLD, P. BUMBLAUSKAS, A. Igou, *Big data analytics: transforming data to action*, Business Process Management Journal, 2017.
- CANDIOTTO R., *Il sistema informativo dell'azienda nell'ambiente digitale*, G. Giappichelli Editore, Torino, 2016.
- CASTELLANO N., *Controllo di gestione ed informazioni*, Giuffrè, Milano, 2003.
- CHIUCCHI M. S., IACOVIELLO, G., PAOLINI, A., *Controllo di gestione Strutture, processi, misurazioni*, Giappichelli, Torino, 2021.
- DALTON G. W., *Motivation and control in organizations*, 1971.
- DE LUCA A., *Big data analytics e data mining*, Ipsoa, Milano, 2018.
- F. AMIGONI P. MIOLO VITALI, *Misure multiple di performance*, Egea, Milano, 2004.
- FERRARIS FRANCESCHI R., *Sistemi di pianificazione e controllo*, Giappichelli, Torino, 2010.
- FINK L. N. YOGEV, A. EVEN, *Business intelligence and organizational learning: An empirical investigation of value creation processes*, Information & Management, Elsevier, Amsterdam, 2017.
- FLAMHOLTZ E., *Organizational control system as a managerial tool*. California Management Review. 1979.

- GULLO F., *From Patterns in Data to Knowledge Discovery: What Data Mining Can Do*, Elsevier, Amsterdam, 2015.
- HERMANN M., T. PENTEK, O. BORIS, *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. A Literature Review*, Londra, 2015.
- KAPLAN B., A. WAELTER, W. NUTTYCOMBE, C. CARRINGTON, *A new true north: Shaping a vision for the future of controllership*, Center for Controllership research, 2017.
- LEE J., B. BAGHERI, H.-A. KAO, *A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems*, Manufacturing Letters, Elsevier, Amsterdam, 2015.
- LOMBARDI STOCCHETTI G., *Il controllo di gestione nella piccola impresa*, Egea, Milano, 1996.
- MALMI T., D. A. BROWN, *Management control system as a package – Opportunities, challenges, and research directions*, Elsevier, Management Accounting Research, Amsterdam, 2008.
- MARASCA S. *Misurazione della performance e strumenti di controllo strategico*, Esculapio, Bologna, 2011.
- MARASCA S., *Il controllo di gestione nelle aziende commerciali complesse*, Giappichelli, Torino, 1989.
- MARCHI L., *I sistemi informativi aziendali*, Giuffrè, Milano, 1993;
- MARCHINI I., *La pianificazione strategica a lungo termine nell'impresa industriale*, Giappichelli, Torino, 1967.
- MERCHANT, K.A., *Control in Business Organizations*, Ballinger, Cambridge, 1985.
- MERTENS P., M. WIENER, *Riding the Digitalization Wave: Toward a Sustainable Nomenclature in Wirtschaftsinformatik*, in Business & Information Systems Engineering, 2018.
- MUHAMMAD-Jamil C. Z., & R. MOHAMED, *Antecedent factors of environmental management accounting practice*. International Journal of Economic Research. 2017.

- NGUYEN T., L. ZHOU, V. SPIEGLER, P. IEROMONACHOU, Y. LIN, *Big data analytics in supply chain management: A state-of-the-art literature review*. Computers & Operations Research, Elsevier, Amsterdam, 2018.
- OUCHI W. H., MAGUIRE A. M., *Organizational Control: Two Functions*, 20(Admin, Sci, Quart), 1975.
- PANG-NING T. *Introduction to Data Mining*. Pearson, New York, 2019
- PAOLINI A., *Il controllo strategico: uno schema d'analisi*, Giuffrè, Milano, 1993.
- RUSSO I., *La gestione dei resi nelle catene di fornitura. Supply chain returns management*, Giuffrè editore, Milano, 2008.
- SAITA M., *Il controllo di gestione. Dall'esperienza industriale alla proposta di un modello per le aziende di credito*, Giuffrè, Milano, 1979;
- SANTESSO E., Sòstero U., *Strumenti per il controllo di gestione nelle unità sanitarie locali*, Cedam, Padova, 1987;
- SCHERKENBACH W. W., *The Deming Route to Quality and Productivity*, George Washington Univ., Washington, 1986.
- SCHWAB C., *The Fourth Industrial Revolution*, Crown Business, New York, 2017.
- SHARAKHINA L. V., V. SKVORTSOVA, *Big Data, Smart Data in Effective Communication Strategies Development*, 2019.
- SHAUGHNESSY H., *Creating digital transformation: strategies and steps*", in Strategy & Leadership, Emerald Publishing Limited, Regno Unito, 2018.
- SILVI R., *Il controllo strategico della gestione d'impresa*, IL MULINO, Bologna. 2007.
- THOMPSON C. J., *The 'big data' myth and the pitfalls of 'thick data' opportunism: on the need for a different ontology of markets and consumption*, Journal of Marketing Management, 2019.
- VASKA S., M. MASSARO, M. BAGAROTTO, F. DAL MAS, *The Digital Transformation of Business Model Innovation*, A structure literature review, 2021.
- ZAPPA G., *Le produzioni nell'economia delle imprese*, 1957.

## SITOGRAFIA

- ARTIFICIAL Intelligence (AI). *Funzionamento, applicazioni e impatti sulla società*, 2020, [blog.osservatori.net](http://blog.osservatori.net).
- BELLINI, M., *Cos'è big data analytics? Ecco tutto ciò che serve sapere sull'analisi dei dati*, 2020, [www.zerounoweb.it](http://www.zerounoweb.it).
- CAFFO A., *IT + OT = IOT, I benefici della convergenza dell'Information Operational Technology*, 2019, [www.avira.com](http://www.avira.com).
- CASILLI A., *L'enigma del valore. Il digital labour e la nuova rivoluzione tecnologica*, 2019, [air.unimi.it](http://air.unimi.it).
- CULASSO F., M. VIASSONE, I. BOSCHIS, *Il ruolo del controller nell'era digitale: un caso di successo*, 2019, [www.assocontroller.it/WordPress/wp-content/uploads/2019/05/Culasso\\_Boschis\\_2\\_2019.pdf](http://www.assocontroller.it/WordPress/wp-content/uploads/2019/05/Culasso_Boschis_2_2019.pdf)
- DELLA POZZA M., *Il futuro del controller fra co-piloti, big data, robot, cambiamenti di prospettiva, sostenibilità e intelligenza artificiale*, 2020. <https://www.linkedin.com/pulse/il-futuro-del-controller-fra-co-piloti-big-data-di-e-dalla-pozza/>
- DELOITTE, *L'importanza di un approccio ecosistemico alle iniziative di Industry 4.0. Una fotografia del settore manifatturiero italiano*, Milano, 2021, [www2.deloitte.com](http://www2.deloitte.com).
- EULER Hermes Italia, *L'industria farmaceutica in Italia. I benefici della trasformazione digitale*, 2021, [www.eulerhermes.com](http://www.eulerhermes.com).
- FOCUS Industria 4.0, *Manifattura additiva: la seconda tecnologia abilitante dell'industria 4.0*, 2019, [www.focusindustria40.com](http://www.focusindustria40.com).
- KEY4, *L'integrazione verticale e orizzontale nell'industria 4.0*, 2018, [www.key-4.com](http://www.key-4.com)

- LAWSON R., *How controllers become business partners*, Strategic Finance, 2016, <https://sfmagazine.com/post-entry/july-2016-how-controllers-become-business-partners>.
- MISCHITELLI L., *Data mining, perché le aziende oggi non possono farne a meno*, Bigdata4innovation, 2021. <https://www.bigdata4innovation.it/data-science/data-mining/data-mining-perche-le-aziende-oggi-non-possono-farne-a-meno>
- PIUCA R., *Cos'è la Business Intelligence*, 2018, [www.waybi.it/wp-content/uploads/2018/01/Way-Cos%C3%A8-la-Business-Intelligence](http://www.waybi.it/wp-content/uploads/2018/01/Way-Cos%C3%A8-la-Business-Intelligence).
- POLITECNICO DI MILANO – Dipartimento di Ingegneria Gestionale, *Cloud Computing. Cos'è e quali vantaggi porta in azienda*, 2019, [blog.osservatori.net](http://blog.osservatori.net).
- RED HAT, *Cos'è lo storage dei dati?* 2018, [www.redhat.com](http://www.redhat.com)
- TULLIO A., *Controllo di Gestione: Intelligenza Artificiale sempre più strategica per le imprese*, 2021, <https://www.biztool.it/controllo-di-gestione-intelligenza-artificiale-strategia-per-le-imprese>.
- TULLIO A., *Dalle Tecniche alla Tecnologia, il controllo di gestione con il modello CFDP*. 2019, [https://www.biztool.it/dalle-tecniche-alla-tecnologia\\_full](https://www.biztool.it/dalle-tecniche-alla-tecnologia_full)
- TULLIO A., *Il controllo di gestione al tempo del Covid-19 e la regola delle 3 “C”*, 2021. <https://www.biztool.it/il-controllo-di-gestione-al-tempo-del-covid-19-e-la-regola-delle-3-c>.