DIPARTIMENTO DI IMPRESA E MANAGEMENT

Cattedra di Organizzazione Aziendale

La digitalizzazione della catena di fornitura in Italia

RELATORE

Prof. Paolo Spagnoletti

Candidato

Antonio Schioppi

Matr. 210291

Anno Accademico 2018/2019

Dopo intensi mesi, finalmente il giorno è arrivato.

È stato un periodo di profondo apprendimento, non solo a livello scientifico, ma anche personale.

Scrivere questa tesi ha avuto un forte impatto sulla mia personalità.

Vorrei spendere due parole di ringraziamento nei confronti di tutte le persone che mi hanno sostenuto.

Primo e più importante di tutti i ringraziamenti va ai miei genitori e a mia sorella che mi hanno aiutato e sostenuto in ogni mia scelta, condividendo con me i momenti di successo e di gioia e spronandomi nei momenti di difficoltà, momenti in cui senza il loro appoggio forse avrei mollato tutto. A loro devo tutto.

Un ringraziamento particolare va al mio relatore, il professore Paolo Spagnoletti che mi ha fornito tutti gli strumenti di cui avevo bisogno per intraprendere la strada giusta e portare a compimento la mia tesi.

Inoltre, un ringraziamento a chi è arrivata come i fulmini in spiaggia. Quando volano ombrelloni e tutti gridano scappa.

Per ultimi ma non meno importanti, i miei amici. Ai quali voglio dedicare questo estratto della mia canzone preferita:

"Un mare di bene per loro, che conoscono come le loro tasche le mie radici."

Abstract

Alla base della mia tesi vi è l'obiettivo di individuare l'applicazione della misura prevista nel piano incentivi, nello specifico la Nuova Sabatini, in riferimento al settore, alle dimensioni e alla geolocalizzazione delle imprese che hanno presentato domanda per l'acquisto di beni, usufruendo di questa specifico strumento.

In un primo momento ho ritenuto opportuno sviluppare la trattazione servendomi di un approccio descrittivo che mi permettesse di analizzare il contesto di riferimento e il fenomeno della digitalizzazione. E successivamente focalizzarmi sulle singole componenti costituenti del fenomeno Industry 4.0, affinché ciò mi consentisse di svolgere un'analisi dettagliata di quest'ultimo.

Per sezione empirica, di seguito viene analizzato e riorganizzato il *database* del MiSE[1], nel quale per ogni azienda richiedente l'acquisto di beni mediante l'incentivo "Nuova Sabatini" vi è specificato : il numero ID della domanda deliberata, la sezione ATECO, la divisione ATECO, il gruppo ATECO, la partita IVA, il codice ATECO dell'azienda, la dimensione aziendale, lo stato della domanda, il settore dell' azienda, il comune della sede legale, la provincia della sede legale, la regione della sede legale, il comune della sede operativa, la provincia della sede operativa e la regione della sede operativa.

Assumendo successivamente un approccio empirico di carattere quantitativo e qualitativo che mi permettesse di evidenziare gli obiettivi di ricerca e di identificare i trend e le relazioni emerse, con una visione generica che non si limitasse soltanto alle evidenze empiriche emerse dall'analisi del *database*.

Infine, vengono fatte delle considerazioni personali sui possibili scenari futuri, di miglioramento e applicazione degli incentivi, sempre più appropriate al comparto di riferimento e con profondità e specificità dell'intervento. Affinché le possibili

[1] Il Ministero dello sviluppo economico (MiSE), istituito nel 2006, si occupa del commercio internazionale, politica industriale, comunicazioni ed energia.

integrazioni al piano di incentivi, come quelle disposte per la Nuova Sabatini, contrariamente alle precedenti e fallimentari politiche industriali, non si limitassero al finanziamento degli acquisti dei beni, ma che tentassero di modificare il modello e i - processi di business con l'introduzione di figure specialistiche, come suggerisce una politica industriale di successo.

1 Introduzione 7
1.1 Sviluppo della tecnologia in SCOM 7
1.2 Lo scenario italiano 10
2. Letteratura 16
2.1 Eccellenza operativa ed eccellenza SCOM 16
2.2 La digitalizzazione come nuovo driver nell'eccellenza SCOM 18
2.3 Sviluppo strategia d'eccellenza SCOM digitale 22
2.3.1 Modello CORRIDOR 22
2.3.2 Implementazione di *Industry* 4.0, i due pilastri 24
2.3.2.1 Internet of Things 24
2.3.2.2 Sistemi Cyber- Fisici (CPS) 25
2.4 *Framework* SCOM digitale 26
2.4.1 Modello SCOR 26
2.4.2 Classificazione tecnologie SCOM digitale 26
2.4.2.1Tecnologia digitale nei processi "Piano" 27
2.4.2.1.1 Analisi dei *Big Data* 28
2.4.2.1.2 Gemello digitale 28
2.4.2.2 Tecnologia digitale nei processi "approvvigionamento" 29
2.4.2.2.1 *eProcurement* 29
2.4.2.2.2 Portali di collaborazione con i fornitori (SCP) 30
2.4.2.2.3 Tendenze digitali per l'eccellenza nei processi "approvvigionamento" 31
2.4.2.3 Tecnologia digitale nei processi "creazione" 32
2.4.2.3.1 Stampa 3D e produzione additiva 33
2.4.2.3.2Realtà virtuale e realtà aumentata 34
2.4.2.3.3 Robotica 36
2.4.2.4 Tecnologia digitale nei processi di "consegna" 36

2.4.2.4.1 Droni o veicoli aerei senza equipaggio 37
2.4.2.4.2 Sistemi di trasporto intelligenti senza conducente 37
2.4.2.4.3 Carrelli elevatori intelligenti, movimentazione pallet e gru 38
3.Analisi dei Dati 40
3.1 Composizione del *database* 40
3.2 Nuova Sabatini 46
3.3 Tecnologie abilitanti beneficiarie degli incentivi governativi "Nuova Sabatini" 48
3.3.1 Soluzioni di produzione avanzata 49
3.3.2 Simulazione e monitoraggio della qualità della produzione, insieme a sistemi di risparmio energetico e riduzione dell'inquinamento 55
3.3.3 Sistemi di interfaccia uomo-macchina (HMI) 60
4.Discussione sugli esiti 64
4.1 Politica industriale italiana 64
4.2 Il ruolo di Confindustria in Industry 4.0 70
5.Conclusioni 73
Bibliografia 82

1 Introduzione

1.1 Sviluppo della tecnologia in SCOM[2]

Secoli fa, il modo in cui le persone lavoravano subiva cambiamenti di pari passo con i progressi della tecnologia e della conoscenza. Cambiamenti sono avvenuti nel passato e stanno avvenendo tuttora nell'ambito industriale. Per classificare meglio questi miglioramenti, in linea di principio possono essere identificate quattro fasi, o meglio quattro rivoluzioni. (BMBF 2013).

Come si evince, anche dalla Fig.1.1.

Fig.1.1: Rivoluzione Industriale. Fonte: Web (https://www.rematarlazzi.it/wp-content/uploads/2017/07/le-quattro-rivoluzioni-industriali-01.png)

[2] SCOM (Gestione della catena di fornitura e delle operazioni). Consiste nello studio, analisi e risoluzione di problemi organizzativi come progettazione e gestione di sistemi che incorporano persone ed elementi tecnologici, attraverso l'uso di conoscenze e tecniche avanzate e completamente aggiornate.

La Prima Rivoluzione Industriale ha utilizzato la forza del vapore per meccanizzare il lavoro manuale. Il moto generato dalle macchine a vapore veniva trasferito ai macchinari con articolati sistemi meccanici costituiti da pulegge e cinghie, dando così vita ai primi siti produttivi di carattere industriale.

La Seconda Rivoluzione Industriale ha utilizzato l'elettricità per sviluppare la produzione di massa. La possibilità di disaccoppiare fisicamente le unità di produzione del moto con i macchinari dedicati alle lavorazioni, moltiplicando le risorse produttive operanti all'interno delle fabbriche, ha permesso di aumentare in modo rilevante i volumi produttivi. Un risultato ben noto di quel periodo fu la produzione di automobili, come la Ford T-Model, su una catena di montaggio. Il principio del flusso e la creazione del prodotto in pacchetti di lavoro ben pianificati hanno portato al passaggio definitivo dall'artigianato alla produzione di massa.

La Terza Rivoluzione Industriale ha impiegato l'elettronica e le tecnologie informatiche per automatizzare la produzione. A partire dagli anni Settanta, sono apparse le prime macchine a controllo numerico, che potevano essere programmate attraverso l'utilizzo di codici predefiniti (originariamente archiviati su schede cartacee forate e successivamente sostituiti da file archiviati in formato elettronico). L'elettronica, la tecnologia dell'informazione e l'ambizione per l'automazione stavano dominando gli obiettivi che portavano ad esempio alla CIM (produzione integrata di computer).

Le nuove modalità di programmazione dei macchinari hanno permesso di svincolare gradualmente l'utilizzo della risorsa produttiva dalla presenza dell'operatore, che fino ad allora era stato l'unico depositario del *know-how*, e ha consentito di attrezzare con maggiore facilità le macchine operatrici così da effettuare più cicli produttivi nel tempo disponibile.

Con le prime tre Rivoluzioni Industriali, sono stati apportati miglioramenti significativi in termini di produttività ed efficienza. Tuttavia, nel rispetto al recente passato, le imprese hanno un'opportunità che potrebbe quanto meno aiutarle a sviluppare un coerente percorso di risposta a queste sfide strategiche e operative: la trasformazione digitale.

Per molti studiosi siamo agli albori della Quarta Rivoluzione Industriale, *Industry* 4.0[3], in cui l'elemento peculiare risiede nelle incredibili opportunità offerte da molteplici tecnologie per connettere il mondo reale con il mondo digitale.

Non esiste una definizione univoca di *Industry* 4.0. L'idea principale è che in futuro le aziende utilizzeranno e collegheranno intensivamente macchine, materiali, strumenti, magazzini, tecnologie di trasporto, ecc. In modo intelligente. Ciò implica la formazione di CPS (Sistemi fisici cibernetici).

Materiali, macchine o dispositivi possono scambiarsi informazioni reciprocamente, stabilire priorità, innescare azioni e aiutare a programmare e sequenziare il lavoro in corso.

I processi di aggiunta del valore miglioreranno sé stessi, il che significa che il miglioramento continuo non sarebbe più strettamente connesso all'essere umano.

La maggior parte dei nuovi concetti di fabbrica condividono gli attributi di reti intelligenti (Strozzi et al 2017).

In quanto tale, *Industry* 4.0 rappresenta un concetto di rete di produzione intelligente in cui macchine e prodotti interagiscono tra loro senza il controllo umano. Le SC (catene di fornitura) in tali reti hanno strutture dinamiche che si evolvono nel tempo.

Industry 4.0 consente alle aziende di produrre prodotti personalizzati in piccole quantità. Allo stesso tempo, è possibile aumentare una grande quantità di varianti e produttività, le capacità possono essere sfruttate in misura maggiore e livelli di scorte, trasporti ed emissioni possono essere ridotti in parallelo. È ovvio che questo è il risultato di *Industry* 4.0 e l'eliminazione degli sprechi secondo il Lean Thinking ha raggiunto un nuovo livello che prima era irraggiungibile (Buer et al., 2018). Poiché è completamente all'unisono con l'approccio classico del Lean Thinking, è stato indicato anche come "Leandustry 4.0" (Tsipoulanidis 2015). *Industry* 4.0 consente inoltre di ridurre in modo significativo i rischi e la resilienza SC (Ivanov 2018). Questi due aspetti fondamentali

[3] Il termine «*Industry* 4.0» emerse per la prima volta nel 2011 durante la Fiera della tecnologia ad Hannover, dove un gruppo tedesco di scienziati e di imprenditori presentò la relazione intitolata «*Industry* 4.0: mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4 industriellen Revolution» («*Industry* 4.0: con l'Internet delle cose sulla strada della quarta rivoluzione industriale»)

del Lean Thinking e della mitigazione del rischio offrono nuove opportunità per raggiungere l'Eccellenza SCOM ai tempi della digitalizzazione.

1.2 Lo scenario italiano

In una graduatoria redatta da Confindustria, dove i primi dieci Paesi producono il 70% del valore aggiunto manifatturiero mondiale, l'Italia si posiziona al settimo posto per la quota di valore aggiunto, mentre in Europa è seconda solo alla Germania (come si evince dalla Fig.1.2). Fig.1.2: La classifica dei paesi più industrializzati stilata dal CSC. Fonte: Twitter/Confindustria

Le esportazioni del settore manifatturiero italiano ammontano a $123B (come si evince dalla Fig.1.3) su un totale di $483B di esportazione (come si evince dalla Fig.1.4), quindi al 25.46% [4]del totale delle esportazioni italiane.

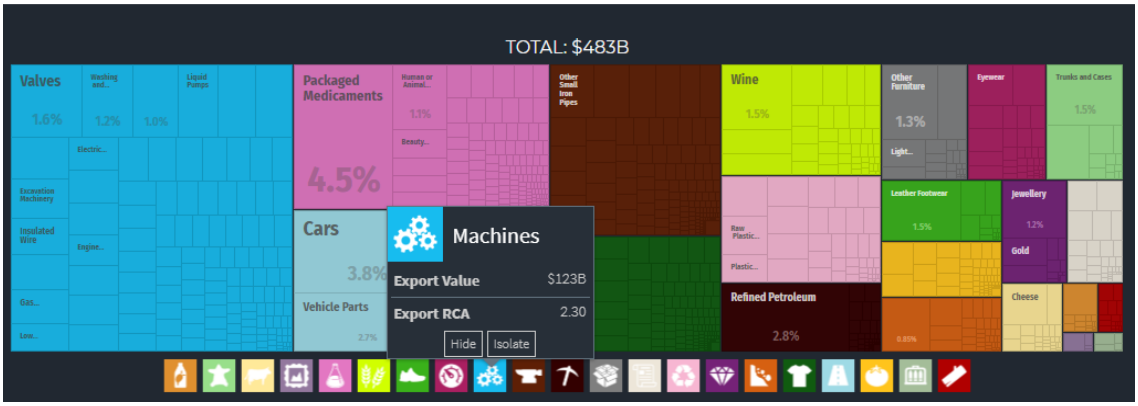

Fig.1.3: Esportazioni manifatturiere italiane. Fonte: https://atlas.media.mit.edu/en/profile/country/ita/ (ultima rilevazione 01/03/19)

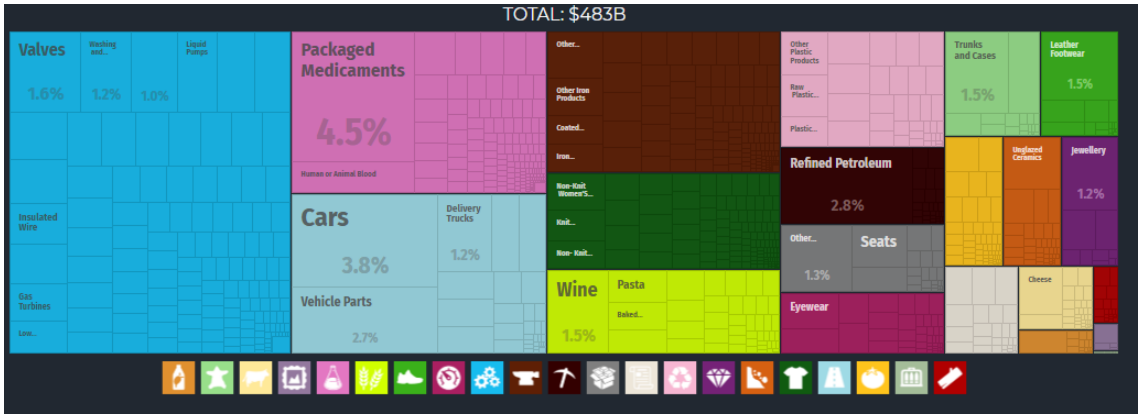

Figura 1.4: Esportazioni Italia. Fonte: https://atlas.media.mit.edu/en/profile/country/ita/ (ultima rilevazione 01/03/2019)

Il settore manifatturiero in Europa rappresenta il 14,6% del PIL e si concentra in quattro Paesi: la Germania (che produce il 40% del valore aggiunto manifatturiero europeo), l'Italia (il 15%), la Francia (il 14%) e la Spagna (il 9%) (ISTAT,2016).

Negli ultimi decenni l'Italia ha registrato tassi di crescita inferiori alla media europea: dal 1995 al 2015 il tasso medio di crescita del prodotto interno lordo in Europa è pari a 1,4%, mentre quello italiano è di 0,5%.

[4] La quota di esportazioni manifatturiere sul totale delle esportazioni è stata ricavata dalla divisione avente come numeratore le esportazioni manifatturiere e denominatore le esportazioni totali

A differenza di altri Paesi europei, l'Italia non risulta destinataria di ingenti capitali esteri: lo stock di investimenti provenienti da altri Stati è pari al 26% del PIL, contro il 41% della Germania, il 43% della Francia e il 60% della Spagna. Le opportunità italiane dunque si rivelano poco profittevoli agli occhi degli investitori sia a causa dell'alto costo del lavoro (CENTRO STUDI CONFINDUSTRIA,2016) sia per la stretta regolamentazione.

Inoltre, come sottolineato dalla Commissione europea nel Country Report 2016, la situazione italiana presenta degli ostacoli agli investimenti in innovazioni, in quanto è caratterizzata da inefficienze strutturali.

L'Italia dal 2015, come nel 2013 la Germania, gli Stati Uniti, la Svezia e i Paesi Bassi, aveva istituito delle misure e degli incentivi fiscali volti all'industrializzazione nell'ottica 4.0 tuttavia delineando una situazione regolamentare frammentaria ed incerta.

Agli inizi del 2016 il Parlamento italiano intraprese un'indagine conoscitiva sul tema *Industry*4.0 conclusasi nel giugno dello stesso anno (Camera dei deputati,2016). L'obiettivo dell'indagine era quello di comprendere il complesso fenomeno della digitalizzazione e di valutarne l'applicazione sul sistema produttivo italiano.

L'Italia presenta un settore industriale e manifatturiero formato principalmente da piccole e medie imprese (le c.d. PMI)[5] . L'Italia, per numero di medie imprese manifatturiere esportatrici, è terza tra i Paesi Ocse (con 7.456 aziende) dietro Stati Uniti (14.437) e Germania (11.997) (Sole24ore,2018), i cui prodotti sono caratterizzati da un elevato livello di qualità, di *know-how* e di personalizzazione. I paradigmi della quarta rivoluzione industriale sono applicabili a qualsiasi impresa, indipendentemente dalla ragione sociale, dal settore in cui opera o dalle dimensioni.

Tuttavia, nel corso dell'indagine conoscitiva sul tema *Industry* 4.0 condotta dal Parlamento italiano, è emersa la necessità di far crescere le imprese sotto il profilo dimensionale. Infatti, le imprese snelle e di ridotte dimensioni potrebbero perdere il loro

[5] Le modeste dimensioni delle imprese italiane sono dovute a ragioni di ordine sia economico che culturale. Nel primo caso le piccole imprese potrebbero risultare sottocapitalizzate e non riuscire a reperire risorse adeguate da investire negli *asset* produttivi, nella ricerca e nello sviluppo. Nel secondo caso, invece, la crescita dimensionale potrebbe essere frenata dal timore dell'imprenditore di perdere il controllo dell'impresa stessa.

vantaggio competitivo a fronte della flessibilità raggiunta dai rivoluzionari metodi di produzione, in quanto le logiche produttive di *Industry*4.0 consentono anche ai *big players* un'elevata flessibilità nelle produzioni pur operando secondo economie di scala, senza andare a discapito dell'efficienza e degli standard qualitativi. Dunque, è necessario promuovere una crescita delle imprese per rafforzare il sistema industriale italiano e per renderlo più competitivo a livello mondiale.

Tuttavia, può risultare difficoltoso per le PMI reperire le risorse da investire nel modernizzare gli *asset* produttivi attraverso i tradizionali metodi di finanziamento[6].

In alternativa è auspicabile una "crescita esterna" delle dimensioni aziendali: attraverso, ad esempio, i contratti di rete è possibile creare un sistema produttivo collaborativo e integrato nel quale i vari soggetti presenti nella value chain cooperano tra di loro. Le tecnologie digitali infatti consentono una maggiore interconnessione tra i processi non solo interni ad un'impresa, ma anche esterni ad essa, come quelli riguardanti le attività di approvvigionamento, sub-produzione, stoccaggio e distribuzione, in modo tale che tutte le componenti, sia materiali che umane, risultino interconnesse e integrate, ottimizzando i rapporti tra i soggetti e l'uso delle risorse produttive.

L'indagine parlamentare[7], nell'analizzare il fenomeno *Industry* 4.0, tiene in considerazione la struttura, le caratteristiche e le esigenze del settore industriale e manifatturiero italiano. I punti di forza e di debolezza dell'economia italiana e le opportunità e i rischi legati all'industrializzazione 4.0 sottolineati nel rapporto vengono sinteticamente riassunti nella seguente tabella (Tab. 1.1).

Punti di forza	**Punti di debolezza**
• Esistenza di un forte sistema industriale e manifatturiero e di	• Limitato sviluppo delle infrastrutture di comunicazione a banda ultra-larga.

[6] In particolare, per le start-up innovative risulta difficoltoso reperire finanziamenti non solo quelli relativi alla costituzione dell'attività ma soprattutto quelli successivi. Nel mercato italiano mancano figure come i capital venture, ossia degli investitori disposti a supportare la crescita di una piccola start-up (posto che la prima fase di investimento viene condotta da soggetti come business angel).
Inoltre, manca un mercato secondario dove questi possano liquidare i propri investimenti, in modo tale da disporre di altre somme da investire

[7] Indagine parlamentare del 30 Giugno 2016, http://documenti.camera.it/leg17/resoconti/commissioni/bollettini/pdf/2016/06/30/leg.17.bol0665.data20160630.com10.pdf.

grandi competenze nel settore industriale. • Esistenza di un piano per lo sviluppo della banda ultra-larga con l'assegnazione di rilevanti risorse pubbliche. • Sistema universitario che fornisce risorse di qualità. • Elevato *know-how* tecnico diffuso nelle diverse filiere produttive. • Disponibilità del sistema delle imprese ad interfacciarsi con strutture di ricerca idonee a supportare la trasformazione. • Approccio culturalmente favorevole e avanzato di parte del sistema imprenditoriale verso l'integrazione.	• Limitata dimensione delle imprese e limitata capacità culturale di individuare e gestire le opportunità offerte dal nuovo contesto. • Scarsa propensione alla gestione manageriale da parte delle imprese. • Numero insufficiente di laureati in materie tecnico-scientifiche. • Scarsa propensione delle imprese ad assumere e remunerare personale laureato altamente qualificato. • Mancanza di player di sistema di dimensione globale e di un software vendor nazionale. • Difficoltà di accesso al finanziamento per le imprese innovative. • Sottocapitalizzazione delle imprese. • Limitata domanda di investimento in Innovazione. • Ritardo nella digitalizzazione di base, soprattutto nelle piccole e medie imprese. • Assenza di un mercato alternativo dei capitali che favorisca investimenti nelle PMI.
Opportunità	**Minacce/rischi**
• Incremento delle capacità manageriali delle imprese. • Maggior percentuale di lavoratori altamente qualificati sul mercato del lavoro. • Possibilità di essere soggetto propositivo di innovazioni.	• Incapacità di "fare sistema". • Incapacità di incanalare positivamente le capacità innovative finendo per subire scelte altrui. • Diffusione di standard non aperti con riferimento alle piattaforme di

• Possibilità di modernizzare, rafforzare e integrare il nostro sistema industriale. • Rilocalizzazione nel territorio nazionale di attività delocalizzate (*reshoring*). • Aumento della produttività e risparmio di energia. • Stimolo alla domanda di innovazione. • Ridisegno dei processi produttivi e organizzativi finalizzati a migliorare l'efficienza • Nuovo sviluppo industriale. • Creazione di posti di lavoro	integrazione. • Mancanza di un approccio di sistema e dispersione delle risorse. • Declino industriale. • Consistente perdita strutturale di posti di lavoro. • *Cybersecurity*. • Dipendenza da standard proprietari

Tab. 1.1: Analisi SWOT *Industry*4.0. Fonte: Ibidem.

Il fenomeno *Industry*4.0 offre la possibilità di portare le imprese italiane a un nuovo livello di efficienza e di produttività, abbattendo tempistiche e costi. Come affermato nella conclusione dell'indagine conoscitiva parlamentare, «per l'Italia la trasformazione del sistema industriale e infrastrutturale rappresenta più che un'opportunità quasi una necessità al fine di assicurare che il nostro settore secondario rimanga competitivo» (Ibidem)

2. Letteratura

2.1 Eccellenza operativa ed eccellenza SCOM

Il termine "eccellenza" è ampiamente usato negli affari. Le aziende stanno cercando di raggiungere l'eccellenza in SCOM, ma subiscono sempre più pressioni dai loro ambienti di lavoro. Al di fuori delle imprese, numerosi cambiamenti avvengono nei mercati e con la concorrenza. Inoltre, ci sono vari tipi di rischi come scioperi, disastri naturali, instabilità politica o attacchi terroristici che influenzano significativamente la resilienza della SC. Altro fattore, importante, è la rapida evoluzione delle esigenze e delle aspettative dei clienti: è una sfida gestire e adattare continuamente le SC e, di conseguenza, è necessario ridisegnare le SC e le operazioni.

Martin (2008, p. 605) ha definito l'eccellenza operativa come "una iniziativa ombrello che include *Lean thinking*[8], *Six Sigma*[9] e *Total Productive Maintenance (TPM)*[10] ", che si concentra sull'uso sistematico di queste filosofie e strumenti per fornire valore al cliente.

Oltre a Martin (2008), altri autori hanno analizzato gli aspetti di Lean e Six Sigma in modo diverso quando hanno cercato di rispondere alla domanda chiave: “Cos’è l'eccellenza operativa?”

Miller (2014, p.1) ha affermato che "L'eccellenza operativa è la ricerca incessante di fare le cose meglio. Non è una destinazione o una metodologia, ma una mentalità che deve esistere attraverso un'organizzazione. L'eccellenza operativa non riguarda la

[8] Il termine "produzione snella" è stato coniato dagli studiosi Womack e Jones nel libro “La macchina che ha cambiato il mondo”, in cui i due studiosi hanno per primi analizzato in dettaglio e confrontato le prestazioni del sistema di produzione dei principali produttori mondiali di automobili con la giapponese Toyota, rivelando le ragioni della netta superiorità di quest'ultima rispetto a tutti i concorrenti.

[9]Il termine “Sei Sigma” indica un programma di gestione della qualità. Introdotto per la prima volta dalla Motorola nella seconda metà degli anni ottanta da Bob Galvin e Bill Smith, si diffuse ad altre importanti compagnie, come General Electric, Toyota, Honeywell e Microsoft. L’obiettivo del metodo è di raggiungere un tale controllo del processo da avere soltanto 3,4 parti difettose per milione

[10] "Manutenzione produttiva" storicamente nasce per garantire la massima efficienza dei singoli impianti, focalizzando l'attenzione sulle attività degli operatori, dei manutentori e dei tecnici di processo. Successivamente vengono strutturate anche le attività che riguardano la qualità, lo sviluppo del personale, le attività di sicurezza e ambiente e di industrializzazione

perfezione o l'esecuzione di attività. Si tratta di fornire miglioramenti spettacolari delle prestazioni e crescita finanziaria ".

Miller (2014) ha rafforzato il punto di vista di Martin (2008), perché ha chiaramente sottolineato che la mentalità dell'eccellenza (con riferimento alla cultura aziendale) deve esistere in tutta l'impresa per raggiungere obiettivi finanziari. Duggan (2012, p 28) ha definito l'eccellenza operativa in una frase con particolare attenzione ai dipendenti: "Ogni dipendente può vedere il flusso di valore per il cliente e aggiustarlo prima che si rompa", e ha sottolineato che " definisce chiaramente che l'eliminazione dei rifiuti e una cultura del miglioramento continuo non sono obiettivi dell'eccellenza operativa, ma piuttosto dei prodotti di esso". Inoltre, Duggan (2012, p.27) ha sottolineato che l'eccellenza operativa è" su come il lato operativo dell'azienda sostiene crescita del business ".

La differenza significativa tra "Eccellenza operativa" e le classiche filosofie Lean e Six Sigma sono la mentalità di incorporazione, la cultura e il comportamento organizzativo per migliorare le prestazioni con l'obiettivo di assicurare la crescita finanziaria. In questo senso, l'eccellenza operativa è un elemento che protegge la strategia di crescita di un'azienda, e quindi una parte incrementale della gestione strategica. L'eccellenza operativa è un'abilità dinamica e continua che apre le porte a una leadership competitiva e ad alti profitti in ambienti aziendali in continua evoluzione (Hossenfelder 2010, p.14). Il fattore dinamico è significativamente rilevante nei momenti di digitalizzazione.

Eccellenza operativa significa cercare opportunità per accelerare i processi di creazione di valore, eliminare sforzi inutili o identificare opportunità di miglioramento della qualità. Tuttavia, poiché influenza l'intera organizzazione e i giocatori di SC globali, è molto più di questo (Martin 2008).

L'eccellenza SCOM deve essere considerata come segue:

- un fattore di abilitazione al cambiamento per miglioramenti significativi delle prestazioni e crescita finanziaria in linea con la direzione strategica;

- una filosofia di fornire un valore superiore per il cliente progettando prodotti e servizi interessanti, nonché processi di aggiunta di valore altamente efficienti in tutto il mondo;
- una mentalità culturale che esiste attraverso un'organizzazione agile;
- un approccio sistematico che include Lean, Six Sigma e Total Productive Maintenance (TPM) incentrati sulla continua ricerca di fare le cose meglio.

2.2 La digitalizzazione come nuovo driver nell'eccellenza SCOM

Quando SCM è stato introdotto nelle pratiche di gestione, è stato popolare affermare che "la società è all'altezza della SC dietro di essa". Christopher (2005) ha formulato la proposizione secondo cui la competizione non è tra imprese, ma piuttosto tra SC.

Oggi e nel prossimo futuro, gli specialisti affermano che "la SC è all'altezza della tecnologia digitale che la sta dietro". Inoltre, è possibile formulare una nuova proposizione: la competizione non è tra SC, ma piuttosto tra i servizi di informazione e gli algoritmi di analisi che stanno dietro di essi.

Un mondo più connesso porta senza dubbio molti benefici e alcuni pericoli.

La Tabella 2.1 riassume le possibilità e le sfide delle applicazioni della tecnologia digitale a SCOM.

Tecnologia Digitale e abilitanti	Possibilità SCOM	Sfide SCOM
Analisi predittiva, Big Data	Aumento della qualità delle azioni promozionali Migliori previsioni della domanda	Trasparenza e sicurezza dei dati Aumento della complessità di coordinamento nella logistica *cross-channel*

	Ottimizzazione delle decisioni di *routine* Analisi della visibilità della catena di fornitura, del rischio e della resilienza Migliori promozioni per l'esperienza del cliente Riduzione dei rischi della domanda Riduzione dei rischi di interruzione delle informazioni e migliore qualità dell'attivazione del piano di emergenza	Maggiori rischi in termini di tempo a causa dell'aumento della complessità di coordinamento
Industry 4.0, IoT, prodotti intelligenti, robotica, realtà aumentata e virtuale	Sistema di produzione personalizzato ai costi della produzione di massa Prodotti personalizzati e maggiore flessibilità del mercato Diversificazione del rischio Maggiore reattività	Cambiamenti radicali nella SC e nell'organizzazione dei processi produttivi Riduzione del numero di strati SC Nuove sedi vicino ai mercati Riqualificazione dei dipendenti,

	Tempi di consegna più brevi e migliore utilizzo della capacità Monitoraggio della produzione in tempo reale	riprogettazione dei *layout* delle strutture La sicurezza dei dati Aumento della complessità di progettazione e controllo
Stampa 3D, produzione additiva	Aumento della flessibilità, Varietà di prodotti, Tempi di consegna più brevi Aumento dell'efficienza nel controllo dell'inventario MRO Riduzione dei rischi della domanda	Maggiore esposizione ai rischi per la sicurezza delle informazioni Maggiori rischi di approvvigionamento in caso di interruzione della produzione a monte della SC in quanto non vi sono scorte intermedie tra le fasi
Tecnologie avanzate di T & T, RFID, sensori, Blockchain	Identificazione in tempo reale Tracciamento del flusso di materiale in tempo reale Aumento della qualità dei dati	Aumentare gli investimenti nelle ICT La sicurezza dei dati

	Miglioramento del coordinamento delle transazioni Riduzione dei rischi di interruzione delle informazioni e migliore qualità dell'attivazione del piano di emergenza Riduzione dei rischi di approvvigionamento e di tempo dovuti al coordinamento in tempo reale se si attivano le polizze di emergenza	

Tab.2.1: le possibilità e le sfide delle applicazioni della tecnologia digitale SCOM. Fonte: Ivanov, Tsipoulandis, Schonberger (2018). Global Supply Chain and Operations Management, pp.515

2.3 Sviluppo strategia d’eccellenza SCOM digitale

2.3.1 Modello CORRIDOR

Per sviluppare un punto di partenza per sostenere lo sviluppo di una strategia di eccellenza SCOM digitale che copra le prospettive multidimensionali, è stato suggerito un quadro guida ("modello CORRIDOR") (Kiehne e Tsipoulanidis 2016).

Il modello CORRIDOR funge da struttura guida per la valutazione dell'influenza e lo sviluppo di azioni proattive o correttive. Questi portano a una strategia SC allineata che si concentra su SCOM Excellence usando le tecnologie digitali. Il modello CORRIDOR è composto dai seguenti elementi:

- La complessità sta crescendo
  Le aziende stanno affrontando un numero crescente di nuovi prodotti e varianti richiesti da diversi mercati. Hanno bisogno di far fronte a vari canali di informazione e comunicazione; ciò richiede una visione olistica dello SC e l'applicazione di efficienti processi di aggiunta di valore. Come sappiamo, più grande diventa un SC, maggiore è la complessità.

- Panoramica e la trasparenza generale sono frammentati
  Il SC e tutti i processi rilevanti di tutti i partner SC non possono essere determinati per essere "monitorati e orchestrati". Tuttavia, la tecnologia per il tracciamento e la tracciabilità e i portali di collaborazione con i fornitori possono aumentare la trasparenza SC.

- Rischio e vulnerabilità
  Alcuni fattori esterni possono essere facilmente previsti, altri no. Alcuni hanno un grande impatto e alcuni a basso impatto. Un SC non è immune al rischio e quindi è vulnerabile, ma la mitigazione del rischio SC può essere raggiunta attraverso mezzi ragionevoli.

- La responsabilità è la chiave per tutti i giocatori coinvolti
  Ciò include la conformità a codici etici, codici di condotta e include CSR e sostenibilità.

- Flusso di informazioni / disponibilità delle informazioni
  Il flusso di materiali e la tecnologia dell'informazione sono strettamente connessi; questo è rilevante per fornitori, produttori, clienti e partner in un SC. La nuova tecnologia, rispettivamente la trasformazione digitale, sta guidando anche il cambiamento.

- Dinamica nell'ambiente SC
  Il coinvolgimento e l'attenzione al cliente hanno portato a modificare rapidamente le esigenze del prodotto in base alle esigenze del cliente, ai componenti in continua evoluzione, ai nuovi fornitori e alle nuove sedi. Una SC richiede adattabilità, rispettivamente reti dinamiche: la tecnologia digitale dovrà essere implementata. Inoltre, tali sistemi si evolvono attraverso l'adattamento e la riconfigurazione delle loro strutture, cioè attraverso la dinamica strutturale (Ivanov 2018).

- Struttura organizzativa
  Ruoli e responsabilità per funzione all'interno e all'esterno (con i partner e i fornitori) devono essere chiari e sviluppare i talenti in base ai cambiamenti nell'ambiente aziendale. Questo è fortemente connesso alla gestione del cambiamento umano.

- Ridisegno del SC
  La riprogettazione dell'SC in relazione a (nuovi) fornitori e partner è spesso richiesta come parte della strategia.

Il framework è stato utilizzato con successo per valutare molte industrie, come cibo, vendita al dettaglio, industria automobilistica, moda, produttori di aerei, merci in generale ed elettronica.

2.3.2 Implementazione di *Industry* 4.0, i due pilastri

Recenti studi di Moghaddam and Nof (2017), Hofmann and Rüsch (2017), Choi et al. (2018), Ben-Daya et al. (2018) hanno identificato le classificazioni di diverse tecnologie digitali e il loro impatto su SCM. Riassumendo, l'implementazione di *Industry* 4.0 in SCOM si basa su due pilastri:

- ambiente di rete come *Internet-of Things* (IoT) e Sistemi *Cyber*- Fisici
- Tecnologie abilitanti come identificazione a radiofrequenza (RFID) e manifattura additiva

2.3.2.1 Internet of Things

Internet of Things (IoT) richiede che elettronica, software, sensori, attuatori e connettività funzionino correttamente. La tecnologia digitale consente l'implementazione di fabbriche intelligenti o reti di produzione e logistica regolabili e offre ulteriori possibilità per aziende come la manutenzione intelligente o la logistica intelligente.

Per quanto riguarda la produzione intelligente, Hentrich e Pachmajer (2016, p.155) hanno riassunto che le macchine e i processi di produzione diventeranno più intelligenti da un capo all'altro e saranno collegati. La produzione sarà completamente integrata dalla pianificazione all'esecuzione in officina e la produzione reagirà in modo flessibile quando saranno necessari cambiamenti nella sequenza o processo. I sistemi di produzione saranno più flessibili e più intelligenti grazie alla nuova tecnologia dei sensori, alla robotica intelligente e all'analisi dei dati, in modo che anche la dimensione del lotto 1 e i prodotti personalizzati possano essere creati economicamente.

2.3.2.2 Sistemi Cyber- Fisici (CPS)

Esistono più definizioni riguardanti l'espressione " Sistemi *Cyber*- Fisici ".

Secondo VDI (2013), " i CPS sono integrazioni di calcolo con processi fisici. Computer e reti integrati monitorano e controllano i processi fisici, solitamente con loop di feedback in cui i processi fisici influenzano i calcoli e viceversa". La differenza fondamentale tra i classici processi di automazione e CPS è che oggi un'infrastruttura aperta, Internet, viene utilizzata per la comunicazione e scambio di dati (VDI 2013, pagina 2).

Inoltre, il mondo reale e quello virtuale sono ora connessi e ciò avviene convertendo le componenti passive in sistemi attivi e intelligenti. A causa dell'interazione di sistemi precedentemente passivi con e. g. sensori o dispositivi di comunicazione intelligenti, i componenti sono abilitati a trasmettere dati e informazioni dal reale al mondo virtuale, cioè ad altre macchine, esseri umani per ulteriori analisi dei dati.

In sintesi, "*Industry* 4.0 comporterà l'integrazione tecnica di CPS nella produzione e nella logistica, mentre l'IoT sarà integrato nei processi industriali. Ciò avrà implicazioni per la creazione di valore, i modelli di business, i servizi a valle e l'organizzazione del lavoro "(BMBF 2013, p.14).

2.4 *Framework* SCOM digitale

2.4.1 Modello SCOR

Il Modello SCOR contiene una descrizione di pianificazione, approvvigionamento, produzione, consegna e processi di ritorno in SC a diversi livelli di astrazione.

Il valore principale di SCOR dal punto di vista della modellazione dei processi aziendali è che i modelli di processo aziendale standardizzati sono interconnessi a tre livelli.

Inoltre, un sistema coerente di indicatori di prestazione è correlato al processo modello. Infine, le origini dei dati utilizzate per calcolare gli indicatori di prestazione sono esplicitamente fornite.

Un progetto SCOR in genere contiene le seguenti fasi:

• Modellazione dei processi aziendali

• Analisi di benchmarking

• Reingegnerizzazione dei processi aziendali

• Modello di riferimento del processo.

2.4.2 Classificazione tecnologie SCOM digitale

La classificazione delle tecnologie digitali di Ivanov et al. (2018, p.494), come si evince dalla Fig.2.1, in linea con il modello SCOR (paragrafo 2.4.1) mostra come BDA, AM, *Industry* 4.0 e le tecnologie T&T avanzate possono essere considerate in relazione a quattro principali processi SC, ovvero: piano, approvvigionamento, creazione e consegna.

Pertanto, possono essere classificate le aree di pianificazione digitale, produzione, approvvigionamento e logistica.

Inoltre, si evince che l'IoT, la tecnologia cloud, i robot e i sensori facilitano l'implementazione tecnica di queste tecnologie.

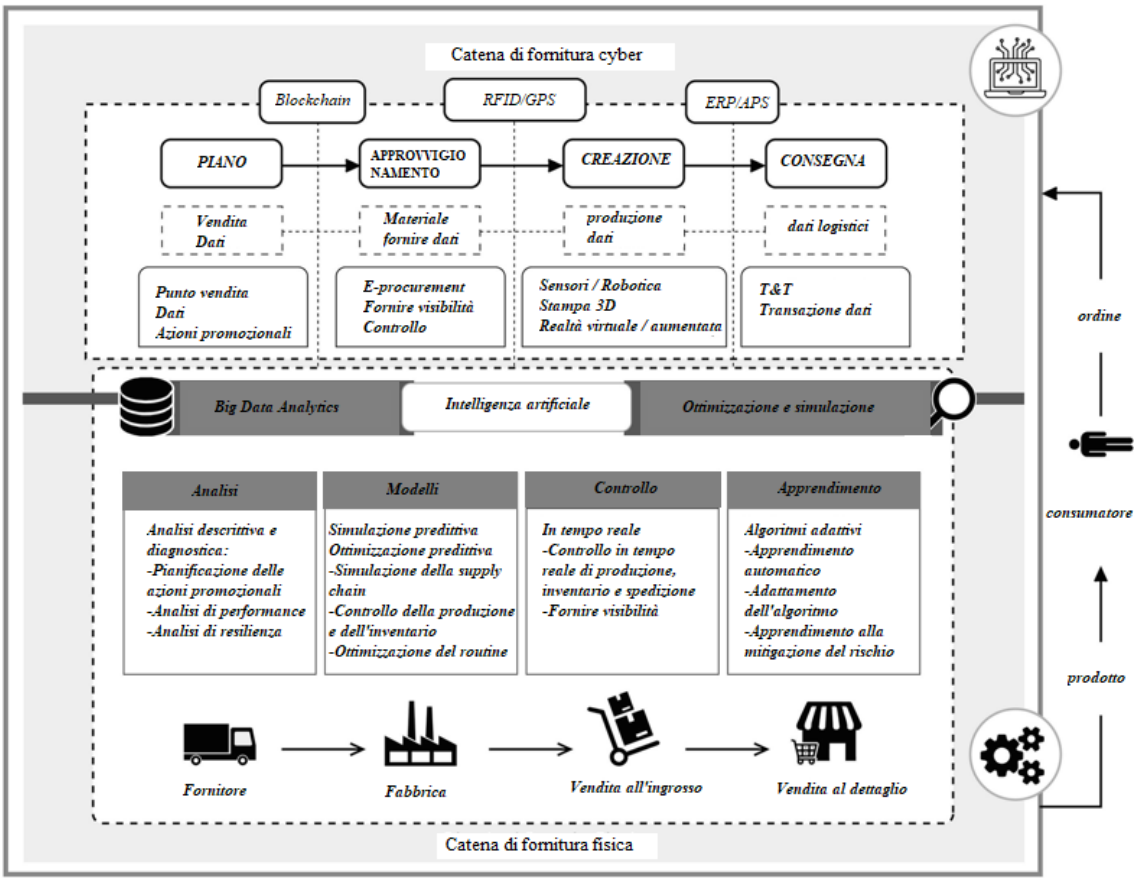

Fig.2.1: framework SCOM digitale. Fonte: riadattata da Ivanov et al. (2018, p.494)

2.4.2.1Tecnologia digitale nei processi "Piano"

In questo sotto, vengono forniti alcuni esempi di come i processi di pianificazione possono essere supportati dalle tecnologie digitali. In primo luogo, ci concentriamo sulla BDA. In secondo luogo, la creazione di un cosiddetto gemello digitale all'inizio del ciclo di vita del prodotto, che aiuta a pianificare la SC e le sue operazioni, viene fornito come esempio.

2.4.2.1.1 Analisi dei *Big Data*

Generalmente, "*Big Data*" è un'espressione diffusa, che viene utilizzata per riassumere la grande quantità di dati non strutturati o semi-strutturati, che vengono prodotti giorno per giorno dalle aziende, dai loro dispositivi, macchine o prodotti in uso. Richiede un grande sforzo per strutturare questi dati e un sacco di lavoro e competenza per analizzare i dati una volta che sono stati caricati in un *database* relazionale. L'aspetto caratteristico di "grande" in BDA è legato alla mera quantità di dati, che viene generata, regolata o modificata giorno per giorno.

I *big data* sono stati caratterizzati in letteratura da 5V: volume, varietà, velocità, veridicità e valore (Wamba et al., 2015, 2017). Veridicità e valore sono particolarmente importanti poiché l'analisi dei dati mostra il valore reale dei big data. La BDA si basa sull'estrazione della conoscenza da grandi quantità di dati, facilitando il processo decisionale basato sui dati.

2.4.2.1.2 Gemello digitale

L'espressione "gemello digitale" viene utilizzata per descrivere quando viene creato un clone virtuale. Ciò significa che gli ingegneri generano un articolo durante la fase di sviluppo del prodotto. Questa rappresentazione digitale del prodotto è quindi ulteriormente migliorato con dati aggiuntivi durante la realizzazione del prodotto reale e durante l'uso e la manutenzione. I dati sullo stato di scambio prodotto virtuale e reale sono raccolti o misurati dai sensori durante tutta la vita del prodotto.

Porter e Heppelmann (2015, pp. 6-7) hanno sottolineato che un "gemello digitale è una replica di realtà virtuale di un prodotto fisico. Man mano che i flussi di dati entrano in azione, il gemello si evolve per riflettere il modo in cui il prodotto fisico è stato alterato e utilizzato e le condizioni ambientali a cui è stato esposto. "

Uno degli obiettivi del principio del gemello digitale è identificare tempestivamente gli errori del prodotto, apprendere e migliorare il prodotto e verificare le prestazioni del prodotto durante il suo utilizzo. Il gemello digitale può quindi essere utilizzato per il monitoraggio delle condizioni e la valutazione costante dello stato del bene mentre è in funzione e quando raccoglie i dati generati.

Ciò significa che il gemello digitale fornisce preziosi input per la creazione della prossima generazione del prodotto e il concetto di gemello digitale offre il potenziale per nuovi modelli di business o servizi che sono, ad esempio, basati su BDA.

2.4.2.2 Tecnologia digitale nei processi "approvvigionamento"

Una volta pianificati i processi, è necessario avviare le attività di approvvigionamento. Certamente, lo scambio elettronico di dati (EDI) è stato un approccio noto per gestire la connessione e il flusso di informazioni tra le società coinvolte per decenni. Altri mezzi includono *WebEDI*, che collega i partner all'interno dei loro rapporti fornitore-cliente, o l'utilizzo di Portale collaborazione con i fornitori (SCP) per l'esame di negozi online per attività di approvvigionamento.

2.4.2.2.1 *eProcurement*

I cataloghi elettronici, la fatturazione elettronica o le aste elettroniche possono facilitare le attività di approvvigionamento.

L'*eProcurement* supporta le aziende nel migliorare la trasparenza per quanto riguarda la base di fornitori, le negoziazioni, l'allineamento all'interno dell'azienda o sostenere attività di sourcing costose e di lunga durata attraverso un migliore scambio di informazioni.

Inoltre, la tecnologia dell'informazione consente di ottenere informazioni più accurate, veloci e aggiornate relative alle esigenze dei clienti e ai processi aziendali. Fornisce anche una panoramica sui cambiamenti del mercato e supporta una migliore pianificazione, coordinamento e controllo.

È importante sottolineare che la tecnologia dell'informazione collega meglio aziende, fornitori e clienti e al tempo stesso fornisce indicazioni di allarme precoce.

Riassumendo, l'*eProcurement* aiuta le aziende a ridurre i costi, aumentare la sicurezza del processo “approvvigionamento”, ridurre i tempi di produzione dei fornitori, aumentare la flessibilità e la qualità e migliorare il rapporto tra le parti coinvolte.

2.4.2.2.2 Portali di collaborazione con i fornitori (SCP)

Gli SCP sono soluzioni di successo per la connessione efficiente di fornitori, fornitori di servizi e clienti tramite una piattaforma che supporta processi trasparenti per i fornitori.

Generalmente, un SCP supporta i processi di gestione tramite un cockpit di guida. Questo serve la previsione, la pianificazione e il monitoraggio delle attività che aggiungono valore e fornisce trasparenza e visibilità delle attività SCM.

Per i gestori di SC, l'eliminazione delle interruzioni di SC, la disponibilità di componenti integri e la rapida usabilità dei materiali dalla ricezione delle merci sono estremamente importanti. Gli SCP sono potenti strumenti per questi processi critici. Inoltre, l'individuazione di parti in determinati contenitori o il loro stato relativo all'umidità o alla temperatura può essere monitorata anche quando i dati del sensore trasmesso vengono elaborati dall'SCP.

In parallelo, è possibile eseguire processi di miglioramento continuo, chiarezza sui processi di pagamento forniti e, soprattutto, il processo di restituzione, nel senso di gestione dei reclami, può far parte della soluzione SCP.

Spesso la gestione delle richieste è collegata a uno strumento pratico di risoluzione dei problemi che consente alle aziende di gestire reclami o difetti utilizzando il "Rapporto 8D" (rapporto sulle otto discipline). Il rapporto 8D è costituito da schede tecniche per documentare il processo di risoluzione dei problemi secondo una routine standard di otto fasi o discipline (Schmitt e Pfeifer 2010).

Per gestire le prestazioni SC, vengono tracciati i relativi indicatori chiave di prestazione (KPI) che consentono al manager SCM di identificare deviazioni o problemi e intraprendere azioni correttive.

L'SCP può essere visto come un deposito di dati e informazioni, in modo che i processi possano anche essere analizzati in modo retrospettivo. Nel complesso, SCP aiuta a collegare le parti coinvolte in SCM in tempo reale e a migliorare il flusso trasparente di informazioni, la visibilità SCM e ad abilitare la collaborazione utilizzando scenari "what-if" per un migliore processo decisionale. I portali supportano anche la flessibilità e la proattività, portando a prestazioni SCM migliorate.

2.4.2.2.3 Tendenze digitali per l'eccellenza nei processi “approvvigionamento”

le nuove tecnologie di approvvigionamento per raggiungere l'eccellenza negli appalti sono considerate avere un enorme potenziale futuro, poiché la digitalizzazione è molto probabilmente il fattore di successo futuro per l'efficiente reperimento di compiti. In particolare, le seguenti tecnologie digitali (Decken,2018):

- Realtà aumentata (ad esempio per la visita dei fornitori)

- La tecnologia Blockchain consente: la gestione collaborativa dei documenti, i processi di pagamento e le firme digitali.

- Estrazioni di dati e testo che aiutano ad analizzare dati e testi utilizzando algoritmi.

- La gestione dei dati digitali riconosce gli errori, ordina ed esclude set di dati inattivi.

- Le piattaforme di approvvigionamento avanzate possono essere utilizzate per i processi di approvvigionamento di personale o servizi tecnici.

- Identificazione delle sinergie di approvvigionamento utilizzando software o intelligenza artificiale

- Intelligenza artificiale per l'imitazione di interfacce umane all'interno dei processi di sourcing (ad esempio per la lettura, l'analisi e la valutazione di PDF o tabelle Excel)

- Il rating di sicurezza SCM viene valutato dall'intelligenza artificiale

- Contratti intelligenti per supportare le regolazioni automatiche del contratto in caso di modifica dei parametri

2.4.2.3 Tecnologia digitale nei processi "creazione"

Molte delle tecnologie digitali che appartengono a *Industry* 4.0 hanno una stretta connessione per realizzare processi e sono collegate via Internet. È qui che è nato il nome di Internet of Things in relazione a SCOM.

2.4.2.3.1 Stampa 3D e produzione additiva

Secondo l'International Organization for Standardization (ISO, www.iso.org, 2017), "la manifattura additiva (AM), noto anche come stampa 3D, è il processo di unione dei materiali strato su strato, al contrario dei metodi di" produzione sottrattiva " come la lavorazione. "

Khajavi et al. (2014), Holmström e Gutowski (2017), Feldmann e Pumpe (2017), Li et al. (2017) descrivono le applicazioni di AM alle operazioni e SCM. Queste applicazioni raggiungono la logistica dei pezzi di ricambio per ridisegnare la produzione globale di SC e le strategie di approvvigionamento. Il nucleo delle applicazioni AM per SCM è l'uso di stampanti 3D in diverse fasi nel SC per aumentare la flessibilità di produzione, ottenere tempi di consegna più brevi, aumentare l'individualizzazione del prodotto e ridurre l'inventario.

Secondo Müller e Töppel (2014, p.7), è comune che i processi di produzione generativi o additivi, come vengono anche chiamati, seguano la sequenza mostrata in Fig.2.2.

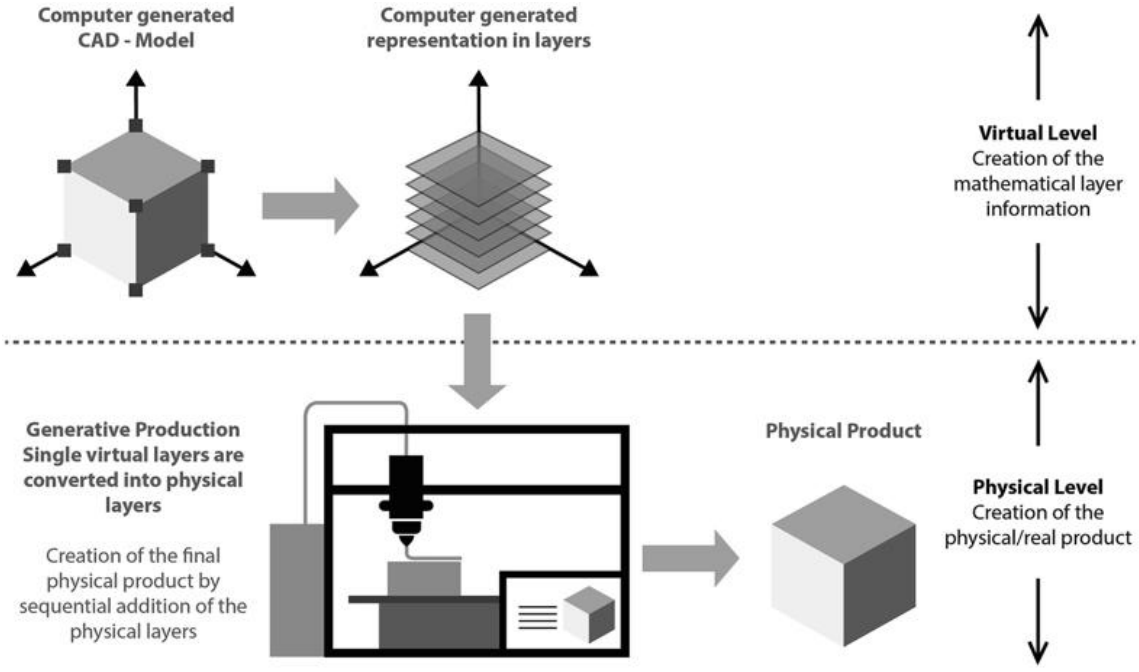

Fig.2.2: Sequenza processi di produzione generativi o additivi. Fonte: Müller e Töppel (2014, p.7)

Müller e Töppel (2014) hanno dimostrato che un modello di volume 3D-CAD è un prerequisito per tutti i processi di produzione generativa. Questo modello 3D è

suddiviso in diversi sottili strati virtuali utilizzando un software speciale. Quindi, il prodotto finale viene creato in un processo generativo o additivo in cui gli elementi del volume vengono aggiunti generalmente nei livelli successivi e viene creato il prodotto finale. I materiali utilizzati per i processi di produzione additiva includono metalli, ceramica o plastica.

Per SCOM, il cuore delle applicazioni AM a SCM è l'uso di stampanti 3D in diverse fasi nel SC per aumentare la flessibilità di produzione, ottenere tempi di consegna più brevi, aumentare l'individualizzazione del prodotto e ridurre l'inventario.

2.4.2.3.2Realtà virtuale e realtà aumentata

Nel sotto paragrafo sulla tecnologia digitale nel processo di approvvigionamento, è stato menzionato che la realtà aumentata è un potenziale strumento per preparare e assistere le visite dei gruppi di approvvigionamento ai fornitori. Per comprendere questa sorprendente innovazione digitale, esaminiamo il concetto di realtà virtuale (VR). La realtà virtuale è realtà generata dal computer. Come molte università, l'Università di Sheffield (www.sheffield.ac.uk) gestisce un laboratorio VR e riassumono che "La realtà virtuale è una tecnologia che consente di interagire con un ambiente 3D simulato al computer come se fosse reale, indipendentemente dal fatto che l'ambiente è una simulazione del mondo reale o di un mondo immaginario. "

L'utente entra in questo ambiente virtuale indossando occhiali VR o dispositivi simili come un display montato sulla testa. Nell'ambiente industriale e spesso nelle prime fasi dello sviluppo del prodotto, l'utente entra in un cinema 3D che è un cosiddetto CAVE (*Cave Automatic Virtual Reality*).

Il CAVE viene utilizzato quando i prodotti sono progettati e gli ingegneri, i pianificatori e gli operatori desiderano valutare funzionalità, tolleranze e accessibilità o persino controllare i processi di assemblaggio.

In contrasto con questo, è importante capire il concetto di Realtà Aumentata (AR). AR è una tecnologia che aggiunge un'immagine generata al computer sulla vista dell'utente di un ambiente reale. La tecnologia AR converte i dati e le loro analisi in immagini e animazioni, che vengono poi aggiunte al nostro ambiente reale (Porter e Heppelmann 2018). In questo modo, AR migliora (in questo senso aumenta) una vista reale con un ulteriore livello irreale: le informazioni digitali o la visualizzazione vengono proiettate su ciò che l'utente vede praticamente. Westerman et al. (2014, pp. 247-248) ha riassunto: "la realtà aumentata mette in rete gli ambienti del mondo reale con dati aggiuntivi e presenta un ambiente rivisto con forme sensoriali generate al computer come suoni, grafica e video. [...] La realtà aumentata cambierà anche i tuoi processi interni. "

AR è già utilizzato in produzione oggi, dove le istruzioni operative sono visualizzate nella sequenza logica dei processi di assemblaggio o per migliorare i processi di manutenzione, in cui un operatore di servizio riceve istruzioni su cosa sostituire in quale sequenza guardando il componente difettoso. L'AR viene anche utilizzato all'interno di processi logistici, in cui il selezionatore o il conducente di un carrello elevatore riceve informazioni avanzate guardando attraverso un dispositivo (come un vetro AR) che mostra quale scaffale scegliere per quale articolo in quale quantità. L'espressione "occhiali intelligenti" viene utilizzata per un dispositivo AR che viene indossato come un paio di occhiali da vista. Per SCOM, la tecnologia della Realtà Aumentata contribuisce sicuramente alla generazione di vantaggio competitivo mentre avvengono processi di trasformazione del valore aggiunto.

2.4.2.3.3 Robotica

Il termine "robot" fu coniato da Karel Capcek nel 1921 (Brynjolfsson e McAfee 2015, pagina 39). Un robot è una macchina progettata che interagisce nel mondo fisico di fabbriche, magazzini o uffici per aumentare l'efficienza o eseguire compiti ripetitivi e monotoni.

I robot hanno generalmente tre caratteristiche principali. Innanzitutto, ci sono i sensori, che supportano la raccolta di informazioni sull'ambiente del robot.

Naturalmente, ci sono vari tipi di dispositivi di supporto utilizzati per guidare il comportamento del robot e le sue azioni, come l'uso di telecamere, microfoni, termometri o accelerometri per citarne alcuni. In secondo luogo, sono gli attuatori (ad esempio motori elettrici, idraulici, pneumatici ecc.) ed effettori.

Questi potrebbero essere gli strumenti alle estremità delle braccia del robot come pinze, martelli, cacciaviti, dispositivi di saldatura a punti e motori per dispositivi di manipolazione o manipolazione, luci o altoparlanti. In altre parole, gli attuatori sono le parti che attivano la macchina per eseguire il lavoro di aggiunta del valore reale. Terzo, c'è anche il sistema di controllo per ogni robot, che può essere considerato il centro della sua intelligenza artificiale.

In questo contesto, l'espressione Cobot deve essere menzionata, poiché sempre più l'essere umano e il robot svolgono compiti in cooperazione: collaborano attivamente. Questo è il modo con cui è stato coniato questo termine: è usato per descrivere la collaborazione di un robot con un essere umano, chiamato così "Cobot".

2.4.2.4 Tecnologia digitale nei processi di "consegna"

I prodotti connessi intelligenti hanno consentito alle aziende di ripensare la loro intera catena del valore e li hanno supportati nell'aumentare l'efficienza nella pianificazione, approvvigionamento, produzione, consegna e reso.

La logistica intelligente è un approccio per collegare dispositivi di trasporto, veicoli, prodotti, materiali, pallet e unità di carico. Utilizzando la tecnologia digitale e l'analisi

dei dati, è possibile eseguire il tracciamento e la tracciabilità e le aziende possono ottimizzare rotte e carichi per spedizione.

2.4.2.4.1 Droni o veicoli aerei senza equipaggio

Un drone è un robot volante o un velivolo o un velivolo senza pilota che può essere controllato a distanza o raggiungere una destinazione autonomamente utilizzando software, coordinate geografiche note, sensori incorporati e dati GPS. Formalmente, i droni sono veicoli aerei senza equipaggio (UAV) o sistemi aerei senza pilota (UAS).

Per quanto riguarda SCOM, i droni possono essere utilizzati anche per il trasporto di merci e pacchi. Questo potrebbe essere quello di consegnare merci a zone che sono difficili da raggiungere e di spedire pacchi ordinati ai clienti per garantire la consegna dell'ultimo miglio.

I droni possono anche aiutare nella conduzione del conteggio del ciclo o nel controllo dell'inventario. Per questo, i robot volanti sono dotati di un dispositivo di lettura RFID. Poiché lo sviluppo di droni, come quello dei robot, sta avendo luogo rapidamente, è possibile fornire ispirazione per l'uso dei droni all'interno di questo libro.

2.4.2.4.2 Sistemi di trasporto intelligenti senza conducente

I sistemi di trasporto senza conducente (DTS) sono utilizzati principalmente nell'intra-logistica e nel magazzino. Tali DTS aumentano la sicurezza durante il carico e lo scarico di materiali e prodotti finiti.

Questi dispositivi assistono gli operatori in ogni fase dalla ricezione e l'immagazzinamento delle merci al ritiro e preparazione degli ordini per la spedizione. Oltre ai classici dispositivi di trasporto senza conducente sono stati utilizzati decenni, caratteristiche intelligenti sono legate al loro posizionamento preciso, guida, ottimizzazione del percorso, diagnostica della macchina, o condizione in tempo reale o capacità di monitoraggio del carico. DTS può funzionare individualmente o essere accoppiato e collegato.

Generalmente, DTS offre una maggiore affidabilità delle operazioni a causa di una riduzione degli errori umani, portando ad una maggiore produttività in magazzino o intra-logistica e risparmi sui costi. Esistono numerosi casi d'uso di DTS e daremo un'occhiata ad alcuni esempi.

2.4.2.4.3 Carrelli elevatori intelligenti, movimentazione pallet e gru

Utilizzando una tecnologia di comunicazione, il sistema di controllo assegna determinati ordini di prelievo e li invia al carrello elevatore più vicino, che può quindi essere manovrato dall'operatore. Nel caso di carrelli elevatori completamente automatizzati o intelligenti, le operazioni vengono eseguite in modo completamente autonomo, cioè senza un operatore.

Gli Auto Pallet Movers (APM) sono esempi di tali carrelli elevatori intelligenti. In linea di principio, sono una soluzione automatica, affidabile ed efficiente per il commissionamento verticale degli ordini. Gli APM contribuiscono ad eliminare gli errori nel *picking* e migliorare la sicurezza. Esempi sono i segnali automatici, i controlli di velocità, l'uso della tecnologia antiscivolo, il rilevamento delle collisioni e l'ottimizzazione della velocità della forcella. Tali dispositivi aumentano anche la sicurezza in un magazzino scegliendo la velocità e le rotte ottimali in base all'ambiente. I carrelli elevatori o i transpallet Smart possono essere equipaggiati con tecnologie aggiuntive come scanner di codici a barre e sensori di distanza. Inoltre, la tecnologia per es. può essere installata documentazione di trasporto, prova di consegna, identificazione RFID, tracciamento e sincronizzazione dei percorsi di consegna ecc.

Le gru intelligenti hanno una vasta gamma di applicazioni, che vanno dai grandi magazzini alle porte, ai cantieri e al carico (non) di vari carichi pesanti. Esempi per l'uso di gru (intelligenti) sono legati al movimento delle bobine di acciaio o alla movimentazione dei rotoli di carta. Tuttavia, sono anche utilizzati nella costruzione navale, nella produzione di treni e nella movimentazione di container, ad esempio nella lavorazione dei metalli.

Oggi, le aziende che forniscono gru intelligenti offrono anche funzionalità intelligenti o dispositivi per la modernizzazione o l'adeguamento di gru esistenti con moduli intelligenti. Le gru intelligenti vengono utilizzate per lo smaltimento dei rifiuti o nei porti di container per la movimentazione di container tra navi, treni e camion.

3.Analisi dei Dati

3.1 Composizione del database

I dati utilizzati per questo studio sono estratti e rielaborati dal *database* del Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE) dal 15 febbraio 2017 al 13 aprile 2018, relativi agli acquisti di beni con componenti 4.0 a beneficio dell'erogazione finanziaria "Nuova Sabatini", introdotta dal pacchetto *Industry* 4.0.

Il *database* si compone di due *dataset*.

Rispettivamente, il primo *dataset* è composto da numero 5877 *record*. Ogni voce, corrisponde ad un'azienda per la quale vengono esplicitate: numero ID della domanda deliberata, sezione ATECO, divisione ATECO, gruppo ATECO, partita IVA, codice ATECO dell'azienda, dimensione aziendale, stato della domanda, settore azienda, comune della sede legale, provincia della sede legale, regione della sede legale, comune della sede operativa, provincia della sede operativa e regione della sede operativa.

Mentre il secondo *dataset* è composto da numero 3670 *record*, corrispondenti agli acquisti di beni con beneficio "Nuova Sabatini". Per ogni acquisto è specificato: l'ID della domanda, tipologia del bene, indicazione sul bene e il fornitore del bene. Le voci sono ordinate in base alle categorie principali (paragrafo 3.3).

Confrontando la distribuzione delle imprese italiane, rilevate nel *dataset* e osservabili in arancione nella Fig.3.1, con la distribuzione delle imprese in Italia secondo l'Ufficio Studi Mediobanca e Union Camere osservabili in arancione nella Fig.3.1.

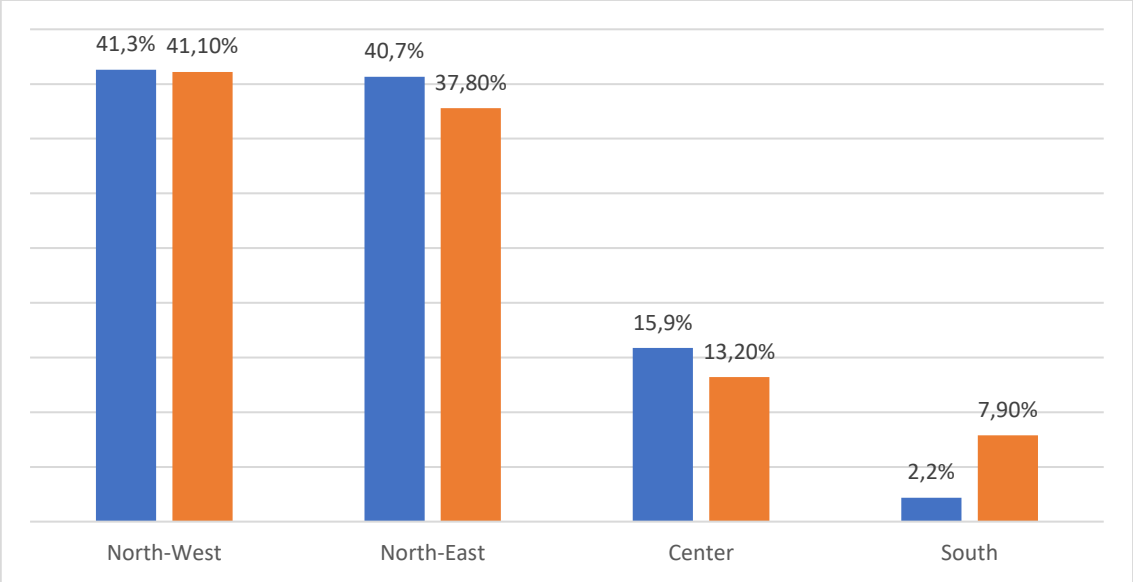

Figura 3.1: distribuzione geografica stabile del *Dataset*; numero di aziende manifatturiere per area, percentuale Fonte: indagine Mediobanca-Unioncamere

Dalla Fig.3.1. si evince che le due distribuzioni geografiche seguono lo stesso schema, il che significa che le imprese in ciascuna area della nazione hanno beneficiato di questo incentivo in modo equamente distribuito, con valori assoluti diversi.

L'unica eccezione è probabilmente l'Italia meridionale, dove si trova il 7,90% delle imprese manifatturiere, ma solo il 2,2% delle aziende incluse nel set di dati opera nel Sud Italia, mostrando che parte delle imprese del Sud Italia non ha sfruttato Nuova Sabatini.

Inoltre, una recente ricerca condotta dall'Istituto SVIMEZ che ha stimato i distinti effetti territoriali del Piano nazionale Impresa 4.0; in particolar modo l'impatto è stato stimato, relativamente a un arco temporale di 6 anni, più rilevante nell'area del Centro

Nord rispetto a quella del Sud: alla fine del periodo di implementazione, la policy genererebbe quasi due decimi di punti percentuali di PIL aggiuntivi nell'area centro-settentrionale del Paese, mentre nel Mezzogiorno tale impatto sarebbe largamente inferiore e pari al decimo di punto percentuale (0,03%). Ciò sarebbe attribuibile sia alle minori agevolazioni fiscali cui hanno fatto ricorso le imprese meridionali (pari a poco meno del 10% del totale) che ad alcuni elementi strutturali che caratterizzano l'industria del Sud: "minori livelli di innovatività, più bassa diffusione delle tecnologie ICT e/o assimilabili, dimensioni aziendali comparativamente inferiori" (Cappellani et al., luglio 2017).

In generale, sembra esserci una forte correlazione inversa tra la complessità dello strumento agevolativo e il grado di fruizione da parte delle imprese, soprattutto per quelle di piccole dimensioni: nel caso del super ammortamento i giudizi di piccole, medie e grandi imprese sono sostanzialmente allineati, con una forbice invece significativa per iper ammortamento e credito d'imposta R&S, misure automatiche queste ultime che richiedono, tuttavia, l'elaborazione di una specifica documentazione e che presentano aspetti tecnici di un certo rilievo.

Ad analoghi risultati perviene anche l'indagine condotta dal MET per conto del MiSE che mostra un grado crescente di utilizzo degli strumenti del Piano all'aumentare della dimensione di impresa; in questo scenario la piccola, ma soprattutto la microimpresa, sembrano ancora beneficiare in misura molto contenuta delle agevolazioni fiscali a

sostegno dei nuovi investimenti in innovazione tecnologica e in ricerca e sviluppo (Come si evince dalla figura 3.2)

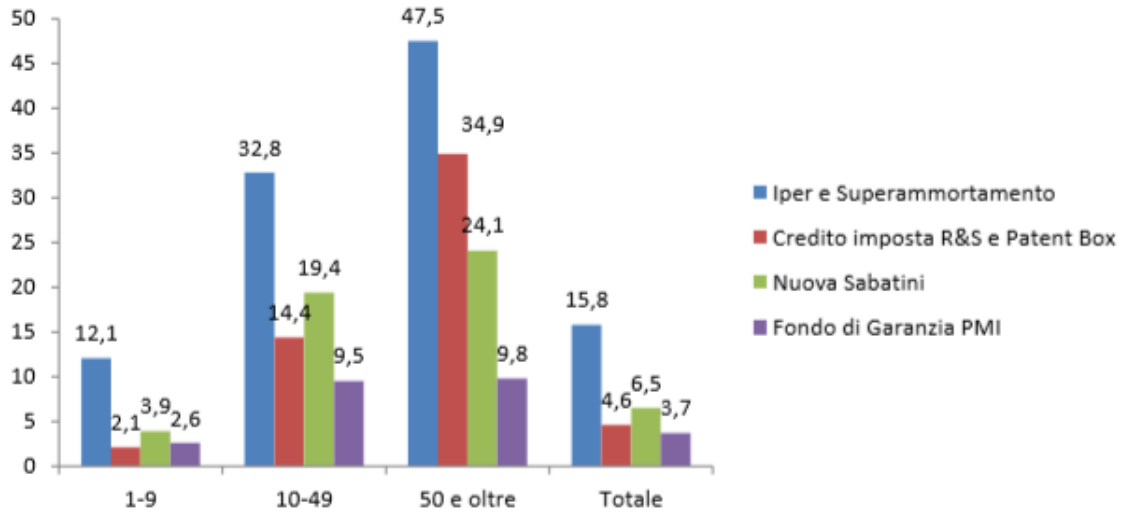

Fig.3.2: Utilizzo degli incentivi pubblici, per classi dimensionali. Fonte: indagine MiSE- MET, febbraio 2018

Tuttavia, come abbiamo già detto, Nuova Sabatini fa parte di un più ampio quadro di incentivi, grazie al quale gli imprenditori possono utilizzare congiuntamente tutte le misure disponibili presenti nel pacchetto al momento dell'acquisto di nuove attività. Significa che le imprese che non hanno beneficiato di Nuova Sabatini potrebbero aver approfittato dell'iper-deprezzamento o di altri incentivi. Un'altra azione frenante è probabilmente causata dal tempo medio necessario per ottenere finanziamenti: le procedure potrebbero essere rallentate a causa di istituti di credito o problemi commerciali e, infine, le misure da intraprendere per richiedere il contributo richiedono un sostegno professionale, effettuato da soggetti esterni esperti che garantiscono il corretto avanzamento della richiesta. Alcune aziende potrebbero aver ritenuto troppo costoso o dispendioso in termini di tempo fare ricorso a consulenti esterni per accedere ai finanziamenti.

Nella Figura 3.3 possiamo osservare le dimensioni delle aziende, presenti nel *database*, che hanno effettuato le richieste di acquisto con l'incentivo della Nuova Sabatini; le

aziende di dimensioni micro erano 222, il 15,7% del set di dati, le piccole imprese erano 827 (58,4%) e le dimensioni medie erano 368 (26%)

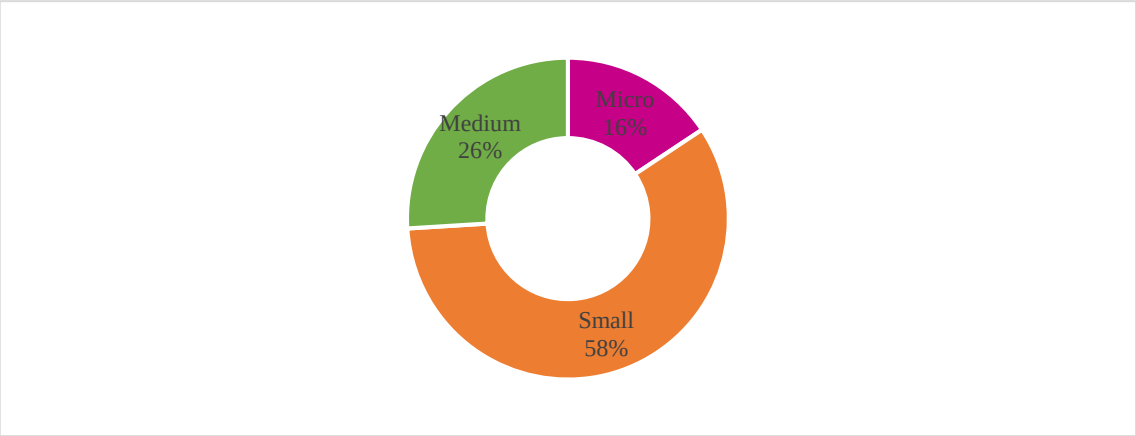

Figura 3.3: dimensione delle aziende del set di dati. Fonte: MiSE

Sulla base delle rilevazioni del *dataset* per ogni singola provincia, per semplificare la rappresentazione dei dati, ho raggruppato le provincie in 4 macroaree (come si evince dalla Tab 3.1)

Nord-Ovest	Valle D'Aosta, Piemonte, Lombardia, Liguria
Nord-Est	Friuli-Venezia Giulia, Veneto, Trentino-Alto Adige, Emilia-Romagna
Centro	Lazio, Toscana, Umbria, Marche
Sud	Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna

Tab3.1: Raggruppamento provincie italiane in 4 macroaree.

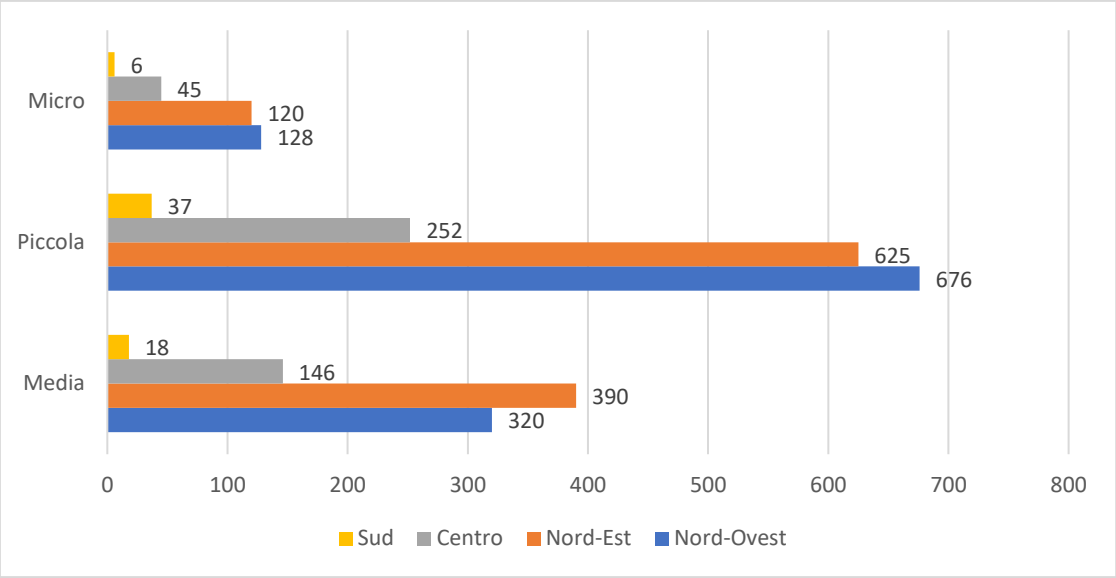

Fig.3.4: Ripartizione domande di acquisto di beni con agevolazione Nuova Sabatini per macroaree (Tab.3.1). Fonte: Dabase MiSE.

Come si evince dalla Fig.3.4, le aziende di medie dimensioni hanno acquistato 874 articoli (31,6% degli acquisti totali, 2.763), mentre il numero totale di acquisti delle piccole imprese è 1590 (il 57% degli acquisti totali, 2.763). Le piccole imprese, quindi, sono quelle che hanno approfittato di Nuova Sabatini 4.0 più delle altre categorie idonee, acquistando più delle grandi aziende (e, come potremmo aspettarci, più delle microimprese). Il numero totale di acquisti delle microimprese è 299 (il 10,8% degli acquisti totali, 2,776). Osservando la distribuzione delle imprese, si può affermare che non c'è nulla di cui essere sorpresi: troviamo le imprese settentrionali ad essere acquirenti dell'81,8% del totale delle attività acquistate, seguite dalle imprese situate nel Centro Italia (16%) e Sud Italia (2,2%).

3.2 Nuova Sabatini

"La misura Nuova Sabatini è l'agevolazione messa a disposizione dal Ministero dello sviluppo economico con l'obiettivo di facilitare l'accesso al credito delle imprese e accrescere la competitività del sistema produttivo del Paese. La misura sostiene gli investimenti per acquistare o acquisire in leasing macchinari, attrezzature, impianti, beni strumentali ad uso produttivo e hardware, nonché software e tecnologie digitali". (MISE,2018)
Possono beneficiare dell'agevolazione le PMI che sono: regolarmente costituite e iscritte nel Registro delle imprese e non sono in fase di liquidazione.

Sono ammessi tutti i settori, ad eccezione delle attività finanziarie, assicurative e connesse all'esportazione.

Finanzia l'acquisto di beni nuovi e riferiti alle immobilizzazioni materiali per "impianti e macchinari", "attrezzature industriali e commerciali e altri beni". Classificabili nell'attivo dello stato patrimoniale alle voci B.II.2 B.II.3, B.II.4 dell'articolo 2424 del codice civile.

Non sono ammesse le spese relative a terreni, fabbricati, beni usati e rigenerati.

I beni, inoltre, devono rispettare i requisiti di autonomia funzionale e correlazione all'attività produttiva svolta dall'impresa.

Le agevolazioni consistono nella concessione da parte di banche e intermediari di finanziamenti alle PMI per sostenere gli investimenti previsti dalla misura. È previsto anche un contributo del MISE rapportato agli interessi sui finanziamenti.

L'investimento può: essere in interamente coperto dal finanziamento bancario, assistito dalla garanzia del "Fondo di garanzia PMI" fino all'80% dell'importo.

Il contributo del MISE è un contributo il cui ammontare è determinato in misura pari al valore degli interessi calcolati, in via convenzionale, su un finanziamento della durata di cinque anni e di importo uguale all'investimento, ad un tasso d'interesse annuo pari al

2,75%[11] per gli investimenti ordinari e **3,575%**[12] per gli investimenti in tecnologie cd. "*industry* 4.0".

I beni materiali e immateriali rientranti tra gli investimenti c.d. "*industry* 4.0" che possono beneficiare del contributo maggiorato del 30% previsto dalla legge 232 dell'11 dicembre 2016, sono individuati all'interno degli allegati 6/A e 6/B alla circolare 15 febbraio 2017 n.14036 e s.s.mm.ii.
Alla luce delle novità introdotte dall'articolo 1, comma 32, legge 27 dicembre 2017 n. 205 (legge di bilancio 2018,), con circolare n.269210 del 3 Agosto 2018 si è provveduto ad adeguare l'elenco dei beni immateriali (allegato 6/B) in relazione ai quali può essere riconosciuta la misura massima del contributo. Con circolare n.269210 del 3 Agosto 2018

Fig.3.5: Nuova Sabatini 2019, come funziona. Fonte: MISE, https://www.MiSE.gov.it/images/stories/immagini/infograficaNUOVASABATINI_3.svg , 2019.

Per ottenere l'agevolazione (come si evince dalla Fig.3.5) la PMI deve presentare alla banca o all'intermediario finanziario, in concomitanza alla richiesta di finanziamento

[11] Il dato è estratto dal MiSE, https://www.MiSE.gov.it/index.php/it/incentivi/impresa/beni-strumentali-nuova-sabatini,2018
[12] Il dato è estratto dal MiSE, https://www.MiSE.gov.it/index.php/it/incentivi/impresa/beni-strumentali-nuova-sabatini,2018

anche la domanda di accesso al contributo ministeriale secondo le modalità definite dal MISE.
Dopodiché la banca o intermediario, verificano la regolarità e la completezza della documentazione nonché la sussistenza dei requisiti.
Previa conferma del MISE circa la disponibilità, totale o parziale, delle risorse da destinare al contributo, ha la facoltà di utilizzare la provvista di fondi costituita presso Cassa depositi e prestiti S.p.A.
Successivamente la decisione circa la concessione del finanziamento, unitamente alla documentazione inviata dalla PMI, la banca o intermediario finanziario inoltrano al MISE la relativa delibera.
Il MISE adotta il provvedimento con l'indicazione dell'ammontare degli investimenti concedibili e del piano di erogazione.
Infine, la banca si impegna a stipulare il contratto di finanziamento con la PMI e ad erogare il finanziamento entro 30 giorni dalla data di consegna.
Ad investimento ultimato, la PMI compila attraverso la piattaforma la dichiarazione attestante l'avvenuta ultimazione, nonché, previo pagamento a saldo dei beni oggetto dell'investimento, la richiesta di erogazione della prima quota di contributo e le trasmette al Ministero, unitamente all'ulteriore documentazione richiesta.

3.3 Tecnologie abilitanti beneficiarie degli incentivi governativi "Nuova Sabatini"

Le tipologie di beni, come abbiamo già menzionato nel paragrafo 3.2, sono elencati negli allegati 6/A e 6/B della legge di bilancio del 2017, sono suddivisi in base ai nove pilastri del progresso tecnologico proposti dal Boston Consulting Group,BCG ha diviso le più importanti tendenze in 9 diversi tipi di attivatori di risorse per la creazione di valore, che sono considerati gli elementi costitutivi di *Industry* 4.0 perché sono tendenze che stanno cambiando i tradizionali rapporti di produzione tra uomo, macchina, fornitori, produttori e clienti (Gebert,et al., 2015).

Ho raggruppato le diverse tipologie di beni, secondo le considerazioni di Agendadigitale.eu, in 3 categorie principali:

- Soluzioni di produzione avanzata (di cui paragrafo 3.3.1).
- Simulazione e monitoraggio della qualità della produzione, insieme a sistemi di risparmio energetico e riduzione dell'inquinamento (di cui paragrafo 3.3.2).
- Sistemi di interfaccia uomo-macchina (di cui paragrafo 3.3.3)

3.3.1 Soluzioni di produzione avanzata

Appartengono a questa categoria i beni strumentali le cui operazioni sono controllate da sistemi digitali o gestiti da sensori, grazie a sistemi interconnessi e modulari che consentono la flessibilità e la misurazione delle prestazioni

Delle 3670 richieste di acquisto di beni con le agevolazioni della “Nuova Sabatini” presenti nel *database* del MISE, 3090 richieste risultano appartenere a questa categoria, riflettendo la storica impronta manifatturiera che ha sempre contraddistinto l'Italia, un paese di trasformazione ben noto.

Questo gruppo di beni comprende 22 sottocategorie, come si evince dalle tabelle 3.1 e 3.2:

Soluzioni di produzione avanzata
1. Dispositivi intelligenti per il test delle polveri metalliche e sistemi di monitoraggio continuo che consentono di qualificare i processi di produzione mediante tecnologie additive.
2. Dispositivi wearable, apparecchiature di comunicazione tra operatore/operatori e sistema produttivo, dispositivi di realtà aumentata e virtuale.
3. Macchine e impianti per la realizzazione di prodotti mediante la trasformazione dei materiali e delle materie prime.
4. Macchine per il confezionamento e l'imballaggio.
5. Macchine per la manifattura additiva utilizzate in ambito industriale.
6. Macchine utensili di de-produzione e riconfezionamento per recuperare materiali e funzioni da scarti industriali e prodotti di ritorno a fine vita (ad esempio macchine per il dis-assemblaggio, la separazione, la frantumazione, il recupero chimico).
7. Macchine utensili e sistemi per il conferimento o la modifica delle caratteristiche superficiali dei prodotti o la funzionalizzazione delle superfici.
8. Macchine utensili operanti con laser e altri processi a flusso di energia (ad esempio plasma, getto d'acqua, fascio di elettroni), elettroerosione, processi elettrochimici.
9. Macchine utensili per asportazione.
10. Macchine utensili per la deformazione plastica dei metalli e altri materiali.
11. Macchine utensili per l'assemblaggio, la giunzione e la saldatura.
12. Magazzini automatizzati interconnessi ai sistemi gestionali di fabbrica.
13. Robot, robot collaborativi e sistemi multino-robot.
14. Sistemi per l'ispezione e la caratterizzazione dei materiali (ad esempio macchine di prova materiali, macchine per il collaudo dei prodotti realizzati, sistemi per prove o collaudi non distruttivi, tomografia) in grado di verificare le caratteristiche dei materiali in ingresso o in uscita al processo e che vanno a costituire il prodotto risultante a livello macro (ad esempio caratteristiche meccaniche) o micro (ad esempio porosità , inclusioni) e di generare opportuni report di collaudo da inserire nel sistema informativo aziendale.
15. Software, sistemi, piattaforme e applicazioni di realtà virtuale per lo studio realistico di componenti e operazioni (es. di assemblaggio), sia in contesti immersivi o solo visuali.
16. Software, sistemi, piattaforme e applicazioni di industrializzazione virtuale che, simulando il nuovo ambiente e caricando le informazioni sui sistemi cyberfisici al termine di tutte le verifiche, consentono di evitare ore di test e fermi macchina lungo le linee produttive reali.

Tab.3.1: Sottocategorie soluzioni di produzione avanzata. (1/2) Fonte: elaborazione propria da AgendaDigitale.eu

17. Software, sistemi, piattaforme e applicazioni in grado di comunicare, condividere dati e informazioni sia tra loro che con l'ambiente e gli attori circostanti (IOT) grazie ad una rete di sensori intelligenti interconnessi.
18. Software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la gestione della qualità a livello di sistema produttivo e dei relativi processi.
19. Software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la produzione automatizzata e intelligente, caratterizzata da elevata capacità cognitiva, interazione e adattamento al contesto, autoapprendimento e riconfigurabilità (cybersystem).
20. Software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la progettazione e ri-progettazione dei sistemi produttivi che tengano conto dei flussi dei materiali e delle informazioni.
21. Software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la progettazione, definizione/qualificazione delle prestazioni e produzione di manufatti in materiali non convenzionali o ad alte prestazioni, in grado di permettere la progettazione, la modellazione 3D, la simulazione, la sperimentazione, la prototipazione e la verifica simultanea del processo produttivo, del prodotto e delle sue caratteristiche (funzionali e di impatto ambientale), e/o l'archiviazione digitale e integrata nel sistema informativo aziendale delle informazioni relative al ciclo di vita del prodotto (sistemi EDM, PDM, PLM, Big Data Analytics).
22. Strumenti e dispositivi per l'etichettatura, l'identificazione o la marcatura automatica dei prodotti, con collegamento con il codice e la matricola del prodotto stesso in modo da consentire ai manutentori di monitorare la costanza delle prestazioni dei prodotti nel tempo e di agire sul processo di progettazione dei futuri prodotti in maniera sinergica, consentendo il richiamo di prodotti difettosi o dannosi.

Tab.3.2: Sottocategorie soluzioni di produzione avanzata. (2/2) Fonte: elaborazione propria da AgendaDigitale.eu

La figura 3.6 illustra, in modo sintetico, la ripartizione del numero delle domande d'acquisto per ogni sottocategoria di beni appartenenti a questa specifica categoria.

Possiamo notare che l'83,9% delle attività acquisite è legato alla trasformazione di materie prime (866) e macchinari di rimozione (895).

Gli aspetti più interessanti sono probabilmente legati all'elevato numero di beni acquistati nel settore dell'imballaggio e della produzione additiva.

Emerge, inoltre, che sono state richieste 88 macchine per il confezionamento e l'imballaggio, questo numero non sorprende più se pensiamo che il settore del packaging stia registrando buoni *trend* di crescita nonostante l'aumento dei costi degli input. Se gli imprenditori riusciranno a combinare questa crescita esponenziale del loro settore con il più restrittivo inquinamento e le regole ambientali, mostreranno di nuovo la loro capacità di adattarsi all'ambiente in costante evoluzione.

I produttori italiani sembrano apprezzare la produzione additiva e le sue molteplici applicazioni, dato che per la categoria Macchine industriali additive sono state rilevate 44 osservazioni, alle quali si sommano i sistemi di misurazione che utilizzano la tecnologia 3D (81acquisti) e 64 acquisti di Sistemi per la progettazione, definizione, monitoraggio modellazione 3D, simulazione, sperimentazione e prototipazione (EDM, PDM, PLM, sistemi Big Data Analytics).

Riassumendo queste osservazioni, si può affermare che i produttori accettano questa tecnologia, che è arrivata nei mercati da quasi 10 anni a questa parte. Rappresenta una minaccia (sotto il profilo occupazionale) ma anche un'opportunità, come accade per la stragrande maggioranza delle tecnologie dirompenti. Non sorprende che molte aziende abbiano richiesto questo incentivo finanziario per acquistare questo tipo di macchinari, in quanto ciò consentirà loro di sfruttare future opportunità di mercato.

Tecnologie chiave come la robotica e in particolare il segmento dei robot collaborativi sembrano essere apprezzate dalle aziende, in quanto il nostro set di dati registra 101 acquisti nella singola categoria nominata dal Ministero "Robot, robot collaborativi e

sistemi multi-robot". Il loro utilizzo è implementato in molte funzioni: imballaggio, test di qualità, movimentazione dei materiali, asservimento delle macchine, assemblaggio, saldatura, ecc. Supponiamo, dunque, che uno dei fattori principali che contribuiscono alla crescente adozione di robot collaborativi è il loro prezzo costantemente in calo, insieme al fatto che stanno diventando più sofisticati ma anche più semplici da programmare e più utili all'interno e all'esterno delle impostazioni di fabbrica.

Contrariamente, possiamo osservare una scarsa domanda per i beni appartenenti alle susseguenti sottocategorie:

- Dispositivi intelligenti per il test delle polveri metalliche e sistemi di monitoraggio continuo che consentono di qualificare i processi di produzione mediante tecnologie additive, con 1 domanda.
- Software, sistemi, piattaforme e applicazioni di realtà virtuale per lo studio realistico di componenti e operazioni (es. di assemblaggio), sia in contesti immersivi o solo visuali, con 1 domanda
- Software, sistemi, piattaforme e applicazioni di industrializzazione virtuale che, simulando il nuovo ambiente e caricando le informazioni sui sistemi cyberfisici al termine di tutte le verifiche, consentono di evitare ore di test e fermi macchina lungo le linee produttive reali, con 1 domanda
- Software, sistemi, piattaforme e applicazioni in grado di comunicare, condividere dati e informazioni sia tra loro che con l’ambiente e gli attori circostanti (IoT) grazie ad una rete di sensori intelligenti interconnessi, con 1 domanda.
- Software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la produzione automatizzata e intelligente, caratterizzata da elevata capacità cognitiva, interazione e adattamento al contesto, autoapprendimento e riconfigurabilità (cybersystem), con 1 domanda.

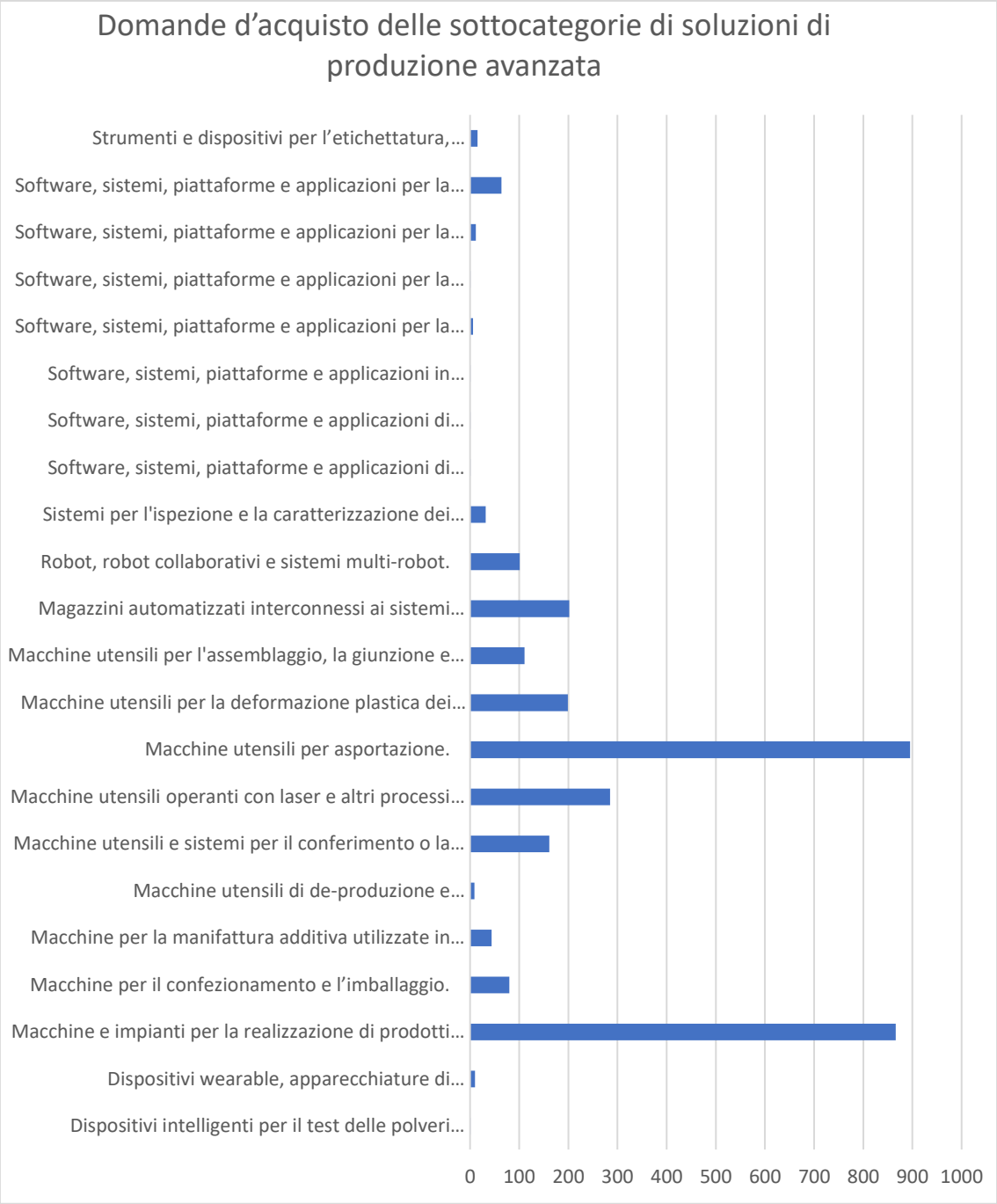

Fig.3.6: Domande d’acquisto delle sottocategorie di soluzioni di produzione avanzata. Fonte: elaborazione propria del *dataset* MISE

3.3.2 Simulazione e monitoraggio della qualità della produzione, insieme a sistemi di risparmio energetico e riduzione dell'inquinamento

Per quanto riguarda la seconda categoria di beni (con 361 richieste d'acquisto), definita "Sistemi di controllo della qualità e sostenibilità della produzione", gli aspetti da evidenziare riguardano la crescente tendenza delle aziende ad acquistare filtri e altre soluzioni in grado di gestire il consumo di energia attraverso sensori, sistemi di controllo e simulazione che ottimizzano distribuzione di elettricità e riduzione al minimo dei sovraccarichi.

Delle 3670 richieste di acquisto di beni con le agevolazioni della "Nuova Sabatini" presenti nel *database* del MISE,361 sono rilevate per questa particolare categoria di beni.

Come si evince dalla Tab.3.3 e 3.4, questa categoria di beni si articola in diverse sottocategorie.

Simulazione e monitoraggio della qualità della produzione, insieme a sistemi di risparmio energetico e riduzione dell'inquinamento
1. Altri sistemi di monitoraggio in corso per assicurare e tracciare la qualità del prodotto o del processo produttivo e che consentono di qualificare i processi di produzione in maniera documentabile e connessa al sistema informativo di fabbrica;
2. componenti, sistemi e soluzioni intelligenti per la gestione, l'utilizzo efficiente e il monitoraggio dei consumi energetici e idrici e per la riduzione delle emissioni;
3. dispositivi, strumentazione e componentistica intelligente per l'integrazione, la sensorizzazione e/o l'interconnessione e il controllo automatico dei processi utilizzati anche nell'ammodernamento dei sistemi di produzione esistenti;
4. filtri e sistemi di trattamento e recupero di acqua, aria, olio, sostanze chimiche, polveri con sistemi di segnalazione dell'efficienza filtrante e della presenza di anomalie o sostanze aliene al processo o pericolose, integrate con il sistema di fabbrica e in grado di avvisare gli operatori e/o di fermare le attività di macchine e impianti;
5. sistemi di misura a coordinate e non (a contatto, non a contatto, multi-sensore o basati su tomografia computerizzata tridimensionale) e relativa strumentazione per la verifica dei requisiti micro e macro geometrici di prodotto per qualunque livello di scala dimensionale (dalla larga scala alla scala micro-metrica o nano-metrica) al fine di assicurare e tracciare la qualità del prodotto e che consentono di qualificare i processi di produzione in maniera documentabile e connessa al sistema informativo di fabbrica;
6. sistemi di monitoraggio e controllo delle condizioni di lavoro delle macchine (ad esempio forze, coppia e potenza di lavorazione; usura tridimensionale degli utensili a bordo macchina; stato di componenti o sottoinsiemi delle macchine) e dei sistemi di produzione interfacciati con i sistemi informativi di fabbrica e/o con soluzioni cloud;
7. sistemi di tracciatura e pesatura dei rifiuti.
8. sistemi intelligenti e connessi di marcatura e tracciabilità dei lotti produttivi e/o dei singoli prodotti (ad esempio RFID - Radio Frequency, Identification);

Tab.3.3: Sottocategorie Simulazione e monitoraggio della qualità della produzione, insieme a sistemi di risparmio energetico e riduzione dell'inquinamento (1/2) Fonte: Elaborazione propria da AgendaDigitale.eu

9. software, sistemi, piattaforme e applicazioni di intelligenza artificiale e apprendimento automatico che consentono alle macchine di mostrare un'abilità e/o attività intelligente in campi specifici a garanzia della qualità del processo produttivo e del funzionamento affidabile del macchinario e/o dell'impianto;
10. software, sistemi, piattaforme e applicazioni di supporto alle decisioni in grado di interpretare dati analizzati dal campo e visualizzare agli operatori in linea specifiche azioni per migliorare la qualità del prodotto e l'efficienza del sistema di produzione;
11. software, sistemi, piattaforme e applicazioni per il monitoraggio e controllo delle condizioni di lavoro delle macchine e dei sistemi di produzione interfacciati con i sistemi informativi di fabbrica e/o con soluzioni cloud;
12. software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la protezione di reti, dati, programmi, macchine e impianti da attacchi, danni e accessi non autorizzati (*cybersecurity*);
13. software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la tracciatura e pesatura dei rifiuti.

Tab.3.4: Sottocategorie Simulazione e monitoraggio della qualità della produzione, insieme a sistemi di risparmio energetico e riduzione dell'inquinamento (2/2) Fonte: Elaborazione propria da AgendaDigitale.eu

La figura 3.7 mostra la ripartizione del numero delle domande di acquisto per ogni sottocategoria appartenenti a questa particolare categoria.

Ad esempio, i filtri per il recupero di polveri d'acqua-olio-sostanze chimiche, sistemi che segnalano pericolo o anomalie ai lavoratori hanno registrato 42 richieste d'acquisto. Questo risultato positivo può essere spiegato dalla crescente attenzione che le aziende devono prendere riguardo alle normative sull'inquinamento e al rispetto delle leggi a molti livelli, in quanto le norme sono sempre più severe rispetto a qualche decennio fa.

Infatti, software, sistemi, piattaforme e applicazioni per il monitoraggio e controllo delle condizioni di lavoro delle macchine e dei sistemi di produzione interfacciati con i sistemi informativi di fabbrica e/o con soluzioni cloud hanno registrato 72 acquisti in totale: può significare che, unitamente ai beni di produzione tradizionali analizzati nel primo paragrafo, le aziende hanno ritenuto conveniente disporre di strumenti in grado per mantenere e garantire il pieno funzionamento dei beni, consentendo quindi di sfruttare l'intero potenziale produttivo dei nuovi macchinari, evitando il più possibile interruzioni dell'attività causate da errori di caricamento, malfunzionamenti o errori attraverso l'acquisto di soluzioni di manutenzione predittiva.

Contrariamente, possiamo osservare una scarsa domanda per i beni appartenenti alle susseguenti sottocategorie:

- software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la tracciatura e pesatura dei rifiuti, con 2 domande.
- software, sistemi, piattaforme e applicazioni di intelligenza artificiale e apprendimento automatico che consentono alle macchine di mostrare un'abilità e/o attività intelligente in campi specifici a garanzia della qualità del processo produttivo e del funzionamento affidabile del macchinario e/o dell'impianto, con 1 domanda.

Ciò che è più allarmante dall'analisi di questa categoria è la quasi totale assenza di acquisti di sistemi di cybersecurity (5).

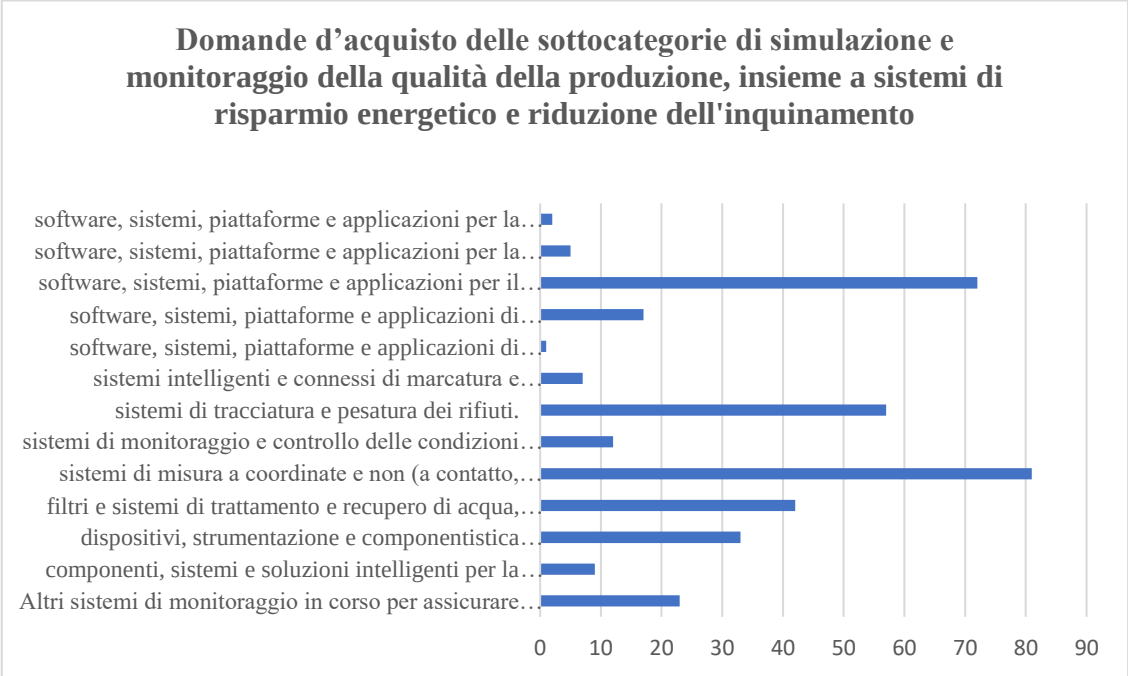

Fig.3.7: Domande d’acquisto delle sottocategorie di simulazione e monitoraggio della qualità della produzione, insieme a sistemi di risparmio energetico e riduzione dell'inquinamento. Fonte: elaborazione propria del *dataset* MISE

3.3.3 Sistemi di interfaccia uomo-macchina (HMI)

I beni appartenenti a questa categoria sono utilizzati per creare migliori canali di comunicazione tra gli attori lungo la catena del valore.

Con il fenomeno IoT, è necessario creare reti di oggetti fisici che consentano la detenzione e la trasmissione di informazioni sulla condizione dei macchinari all'ambiente esterno.

L'ecosistema IoT comprende oggetti, apparati, piattaforme, sensori e sistemi per l'analisi dei dati, rendendo possibili le interazioni macchina-macchina e uomo-macchina.

Delle 3670 richieste di acquisto di beni con le agevolazioni della "Nuova Sabatini" presenti nel *database* del MISE, 212 sono rilevate per questa particolare categoria di beni che, a sua volta, si compone di 7 sottocategorie (come si evince dalla Tab.3.5).

Sistemi di interfaccia uomo-macchina (HMI)
1 Banchi e postazioni di lavoro dotati di soluzioni ergonomiche in grado di adattarli in maniera automatizzata alle caratteristiche fisiche degli operatori (ad esempio caratteristiche biometriche, età, presenza di disabilità).
2 Interfacce uomo-macchina (HMI) intelligenti che coadiuvano l'operatore a fini di sicurezza ed efficienza delle operazioni di lavorazione, manutenzione, logistica.
3 Macchine, anche motrici e operatrici, strumenti e dispositivi per il carico e lo scarico, la movimentazione, la pesatura e la cernita automatica dei pezzi, dispositivi di sollevamento e manipolazione automatizzati, AGV e sistemi di convogliamento e movimentazione flessibili, e/o dotati di riconoscimento dei pezzi (ad esempio RFID, visori e sistemi di visione e meccatronici).
4 Sistemi per il sollevamento/traslazione di parti pesanti o oggetti esposti ad alte temperature in grado di agevolare in maniera intelligente/robotizzata/interattiva il compito dell'operatore.
5 Software, sistemi, piattaforme e applicazioni per dispositivi e nuove interfacce uomo/macchina che consentano l'acquisizione, la veicolazione e l'elaborazione di informazioni in formato vocale, visuale e tattile.
6 Software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la gestione e il coordinamento della produzione con elevate caratteristiche di integrazione delle attività di servizio, come la logistica di fabbrica e la manutenzione (quali ad esempio sistemi di comunicazione intra-fabbrica, bus di campo, sistemi SCADA, sistemi MES, sistemi CMMS, soluzioni innovative con caratteristiche riconducibili ai paradigmi dell'IoT e/o del cloud computing).
7 Software, sistemi, piattaforme e applicazioni per l'accesso a un insieme virtualizzato, condiviso e configurabile di risorse a supporto di processi produttivi e di gestione della produzione e/o della SC (cloud computing).

Tab.3.5: Sottocategorie Sistemi di interfaccia uomo-macchina (HMI) Fonte: elaborazione propria da AgendaDigitale.eu

La figura 3.8 mostra la ripartizione del numero delle domande di acquisto per ogni sottocategoria.

Ad esempio, le attività volte a facilitare le mansioni per i lavoratori, o ad evitare di incorrere in attività pericolose come lo spostamento o il sollevamento di oggetti ad alta temperatura o pesanti (9 acquisti) e Macchinari e motori per carico e scarico, movimentazione, sollevamento, pesatura e smistamento automatico di pezzi (80 acquisti). Le prove dimostrano che le imprese hanno preferito investire in beni più tradizionali (precedentemente esaminati). Le imprese con i loro vincoli di budget hanno probabilmente ritenuto molto più urgente rinnovare i loro obsoleti macchinari tradizionali, probabilmente rinviando l'acquisto di questa categoria al prossimo futuro.

Inoltre, possiamo osservare una scarsa domanda per i beni appartenenti alle susseguenti sottocategorie:

- Banchi e postazioni di lavoro dotati di soluzioni ergonomiche in grado di adattarli in maniera automatizzata alle caratteristiche fisiche degli operatori (ad esempio caratteristiche biometriche, età, presenza di disabilità), con 2 domande.
- Software, sistemi, piattaforme e applicazioni per dispositivi e nuove interfacce uomo/macchina che consentano l’acquisizione, la veicolazione e l’elaborazione di informazioni in formato vocale, visuale e tattile, con 1 domanda.

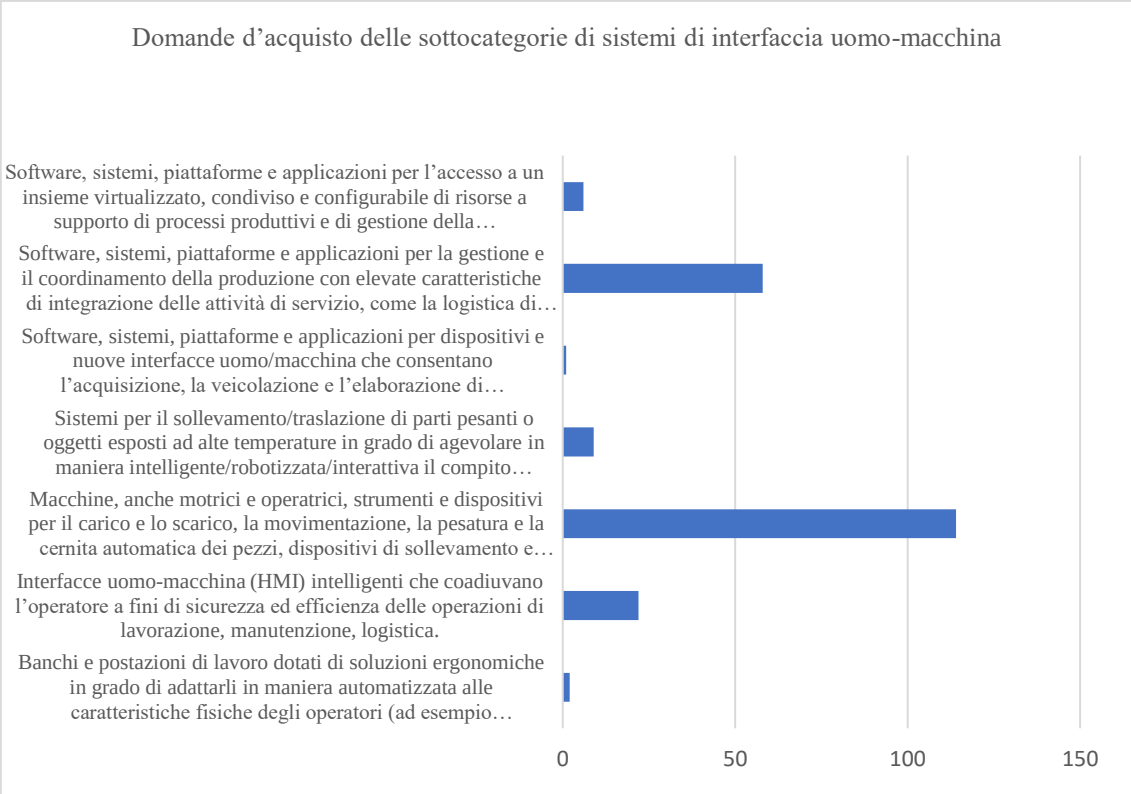

Fig.3.8: Domande d’acquisto delle sottocategorie di sistemi di interfaccia uomo-macchina. Fonte: elaborazione propria del *dataset* MISE

4.Discussione sugli esiti

Sulla base del *database* a noi disponibile, le evidenze emerse sono la conseguenza di molti eventi e caratterizzazioni peculiari del tessuto industriale italiano delle PMI. Forniscono un quadro generale della situazione e spunti per le politiche future.

Inoltre, per spiegare i trend rilevati e risalire al piano *Industry* 4.0 è necessario citare le principali tappe della politica industriale italiana (paragrafo 4.1).

Infine, le questioni fondamentali emerse sono le peculiarità del panorama delle PMI italiane e la necessità di un ambiente di regolazione adatto alle PMI, in grado di promuovere le attività aziendali e tenendo conto della loro struttura aziendale.

Confindustria (paragrafo 4.2) è stato un *player* fondamentale. Ha svolto un ruolo rilevante nel processo di progettazione degli incentivi, collaborando con il MISE. In un secondo tempo si è occupata di colmare il gap "digital education" all'interno delle PMI italiane, attraverso un Roadshow in tutta Italia per informare lavoratori e manager.

4.1 Politica industriale italiana

L'Italia necessitava di una politica industriale attiva, una strategia che mutasse l'oggetto e il modo in cui produce in Italia, e persino le peculiarità di chi produce, conducendo e velocizzando le correnti spontanee durante il sistema produttivo. C'è un rinvio non soltanto alle attività manifatturiere, ma nello stesso tempo anche alle produzioni di mercato, pertanto anche ad una sezione del terziario, alle utilities ed infine all'ambito delle costruzioni.

Data la nostra aggravata disposizione inerente alla ripartizione internazionale del lavoro, si è ricorsi ad una politica industriale: ovverosia l'attitudine che le produzioni italiane posseggono nel soddisfare la domanda internazionale. Pertanto, è considerevole correggere il "modello di specializzazione".

Precedentemente al 2016, sulla politica industriale italiana non vi era molto interesse.

Alla fine degli anni ’90 ebbe inizio il progressivo calo delle risorse pubbliche attribuite come sussidi statali, per una serie di fattori.

Il primo è presumibilmente il vincolo di bilancio imposto dalla Commissione europea per l’effettuazione dell’Unione monetaria, che ha ricercato limiti esatti sul debito e sul deficit del PIL, riparazioni fiscali che hanno provocato tagli alla spesa e un restringimento delle risorse pubbliche fruibili.

In seguito al 2012, l’UE attraverso il vincolo fiscale europeo, ha protratto il suo adattamento verso i conti pubblici, siffatte politiche sono diventate anche più ardue, a causa della loro sovrapposizione con la crisi economica, provocando il ribasso della spesa pubblica e degli investimenti.

Di rilevale importanza è stata la questione riguardante la carenza di risorse pubbliche disponibili e la loro disponibilità saltuaria: ciò ha ostacolato le imprese dal progettare degli investimenti, impedendo a coloro che già avevano un progetto di investimento di poter contare su incentivi pubblici.

A causa di eccessive richieste di partecipazione ricevute, dopo pochi giorni, sono state chiuse numerose richieste di incentivi, è il caso dei contratti di ricerca e sviluppo o “richiesta di crescita sostenibile” nel 2014, quando era presente una quantità smisurata di domande rispetto alle risorse disponibili.

Sono ben note le particolarità del nostro modello: sicuramente originale, ma non peggiore di altri.

Ma soprattutto le nostre capacità di innovazione incrementale, customizzazione e differenziazione dei prodotti e anche la leadership in molteplici settori produttivi, furono molto rinomate. In risposta ai mutamenti dello scenario italiano sono state stabilite anche le nuove e avvincenti strategie delle imprese. Ma l’analisi nell’insieme è in ogni modo preoccupante; nell’ultimo decennio sotto il triplice e coevo shock (l’Euro, la Cina e la diffusione delle nuove tecnologie), l’Italia è stata danneggiata.

È in una situazione critica dal momento che il costo del lavoro occupa un ruolo sensibile, o nelle produzioni in cui le serie sono più ampie, o in cui le tecnologie avanzate sono più utilizzate; ciò ha aggravato ancor di più la sua collocazione nelle

“grandi catene del valore” su cui è strutturata la produzione internazionale. La risposta immediata delle imprese è stata singolare, ma al contempo manchevole.

Ciò che veramente può fare la differenza sono le politiche per l’industria.

Certo, anche in questo caso gli espedienti specifici non possono essere banali ma meritano attenzione, dal momento che si va a toccare il cuore della questione italiana.

Abitualmente si sente dire che le politiche industriali all’interno del nostro paese sono sempre state fallimentari; che hanno raffigurato solamente un ampio spreco di risorse.

Si sono sempre presentati come schemi di incentivo nei confronti delle imprese, cosa che molte analisi giudicano poco efficiente.

Non è certo il periodo di tornare indietro alle imprese pubbliche o ai massici aiuti di Stato.

Attuare un giudizio su interventi pubblici risulta una questione complessa.

Colpisce, però, come si dia per assodata una valutazione del tutto negativa.

In ogni caso, incide un approccio ideologico, tanto approssimativo quanto divulgato nel nostro paese: se l’azione fosse stata pubblica, indubbiamente avrebbe fallito; per definizione, i costi delle spese pubbliche sono superiori ai benefici.

A questa iper-agevolazione non deve di certo seguirne una di carattere opposto.

La nostalgia del passato non va considerata. Molti mezzi e azioni di politica industriale adottati nel nostro paese appartengono a fasi storiche ormai superate, tanti hanno mostrato una sconveniente prova di sé stessi, provocando nel tempo risultati modesti o manifestando costi non previsti.

I fallimenti sulle politiche industriali sono considerevoli, ma anche d’insegnamento per il presente. Oggi sembrano del tutto inopportune politiche per sostenere specifici settori (ad elevata tecnologia, “strategici” o come li si voglia definire).

La storia e la competizione contemporanea ci hanno insegnato che ragionare per settori non ha logicità; che le imprese di successo si contraddistinguono per ciò che di specifico compiono e anche la modalità in cui lo fanno, piuttosto che per il settore di cui

fanno parte; anche delle imprese che operano in produzioni tradizionali possono essere estremamente avanzate grazie alle interrelazioni tecnologiche.

Il passato ci insegna che sia il successo che l'insuccesso delle politiche risiede nella loro concretizzazione, nelle minuzie, nei tempi e nei modi.

Un'eccessiva frammentarietà degli strumenti e una loro discreta durata nel tempo risultano negative, in quanto favoriscono degli atteggiamenti "mimetici" delle imprese che approfittano di ciò che si ritrovano oggi per prevenire da quel che riserva il domani; noi siamo a conoscenza però che norme e procedure molto complesse dissuadono l'accesso delle imprese.

Difatti le politiche industriali più vantaggiose devono essere essenziali e permanenti, con meccanismi semplici ed espedienti non necessariamente automatici, ma nel caso in cui sono valutativi o negoziali, devono essere celeri e intuibili.

Non è sufficiente illustrare gli intenti ma ciò che è necessario fare è monitorare con massima attenzione e stimare ciò che accade; le migliori politiche non sono "norme" bensì dei processi continui attraverso i quali si apprende, si modifica e si perfeziona.

Un aspetto sostanziale delle politiche è proprio la valutazione continua, proprio la modalità con cui vengono messe in atto le politiche è importante tanto quanto il motivo per il quale si fanno, ovviamente è anche molto importante sapere chi le fa: anche se da questo punto di vista la nostra situazione non si rivela essere delle migliori, anche con tante contraddizioni sul piano nazionale e regionale. Questo tema meriterebbe, però, delle riflessioni approfondite.

In Italia scarseggiava un piano di incentivi e ciò causava scompiglio e indecisione per gli imprenditori che invece volevano aderire agli incentivi. Data anche la mancanza di uffici ai quali potersi rivolgere per ricevere delle informazioni sugli incentivi e unirli, molte aziende diedero vita a progetti basati su incentivi pubblici, conclusi durante la realizzazione del progetto, lasciando pertanto le imprese con un progetto ormai già avviato ma senza alcun mezzo per ultimarlo.

Non era ben chiara la finalità di queste risorse pubbliche, in quanto gli incentivi erano molto generici, alquanto effimeri e fortuiti, in cui le amministrazioni centrali e le

organizzazioni locali agivano in modo autonomo piuttosto che coordinato, mantenendo sempre l'attenzione sui bisogni delle aziende.

Nel 2012, ci fu una prima svolta grazie all'emanazione di un decreto finalizzato alla riorganizzazione degli incentivi pubblici per le imprese. Prima di questa riorganizzazione il sistema di sussidi era costituito da 48 strumenti normativi differenti, dedicati unicamente all'amministrazione centrale, che manifestavano una complessità nel sistema e difficoltà di accesso e di comprensione da parte delle imprese; questa frammentazione a lungo andare ha portato a distogliere l'attenzione dagli obiettivi strategici, con l'aggiunta di strumenti sovrapposti tra di loro diretti sempre verso lo stesso problema.

All'inizio del 2016 con Industry 4.0 venne intrapreso un percorso trasversale. Le domande poste riguardavano la futura prospettiva italiana: Che paese vorremmo essere tra 20 anni?

Un espediente altamente qualificato, sostenibile e digitalizzato, le politiche furono sviluppate in quest'ottica e da questo momento vennero poste le basi per realizzare gli incentivi ora inclusi nel pacchetto Industry 4.0.

Il Ministero dello Sviluppo Economico confidò nelle 9 tecnologie che abbiamo citato, creando incentivi fiscali e finanziare per facilitare la loro diffusione tra le imprese italiane.

Le aziende sono infatti libere di poter utilizzare i vantaggi ricavate da tali tecnologie.

L'interconnessione è, comunque un requisito obbligatorio, poiché godere di un bene 4.0 che non è collegato alla fabbrica e agli altri macchinari significherebbe servirsi di una sola parte del bene a disposizione.

Questo piano rappresenta un'enorme opportunità strategica per trasformare le aziende attraverso l'attuazione di tecnologie digitali e la loro interconnessione, più conveniente di un'operazione tattica volta al solo utilizzo dell'incentivo fiscale. L'accumulo di incentivi fu un'opportunità per le aziende e, dal rapporto Istat Competitiveness (Istat 2018), il Super ammortamento, Hyper ammortamento e il credito d'imposta, che fu uno degli incentivi più apprezzati, hanno costituito il perno per gli investimenti del 2017 e anche oltre la metà delle aziende in tutti i settori come si evince anche dalla Figura 4.1.

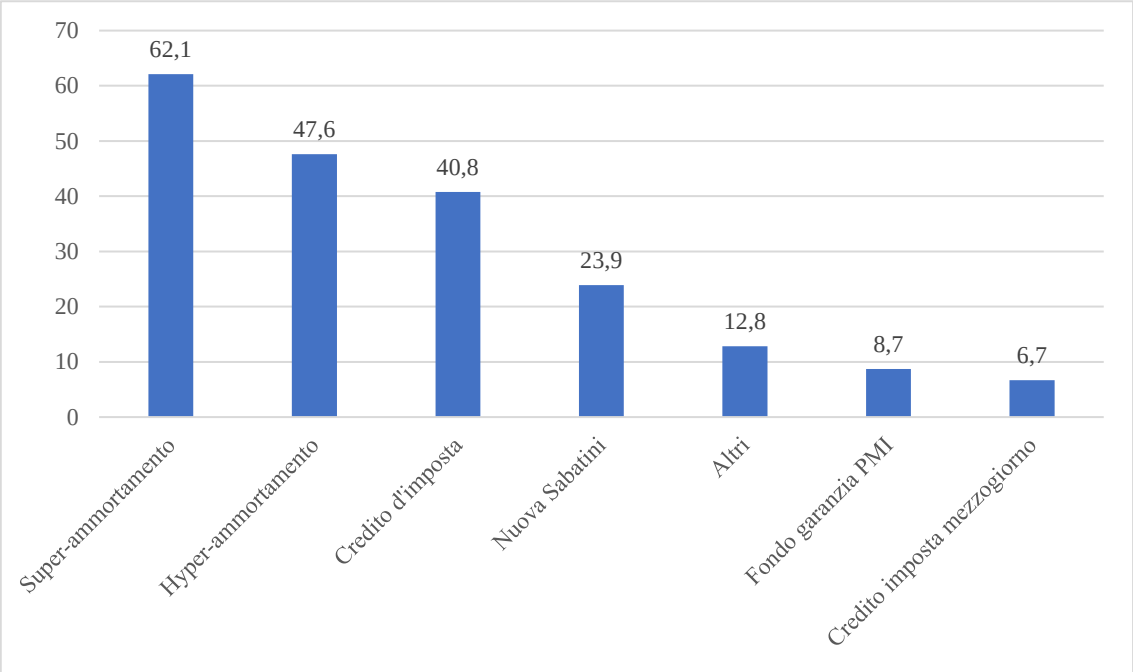

Figura 4.1: Rilevanza degli incentivi nella decisione di investimento per le PMI italiane, percentuale di aziende, Anno 2017. Fonte: Rapporto sulla competitività dell'ISTAT, 2018

I piani di investimento delle imprese esaminate per il 2018 comprendono investimenti software (46%), tecnologie per la comunicazione machine-to-machine o IoT (31,9%). Internet ad alta velocità, cloud, big data e cybersecurity (27%).

Il 25% delle aziende prevede di assumere nuove risorse con competenze tecnologiche, il 38% investirà nella formazione della forza lavoro esistente.

Le disposizioni furono molto utili per rinvigorire il parco macchine per le imprese, la finalità era la reingegnerizzazione del processo di produzione e una rivalutazione sul processo prodotto-servizio, ad esempio attraverso le pratiche di servitizzazione.

Riguardo l'adesione delle imprese italiane ad una catena del valore extra-nazionale, si può affermare che, grazie agli sviluppi della robotica e della digitalizzazione, la propensione alla delocalizzazione verso aree meno costose è destinata a mutare, diventerà sempre meno importante, soprattutto all'interno del comparto manifatturiero, il vantaggio competitivo legato alla forza lavoro poco qualificante e al basso costo del lavoro: ciò potrà alimentare flussi importanti di reshoring, ovvero il ritorno di imprese precedentemente posizionate nei Paesi in via di sviluppo; nel contempo sarà meno importante la vicinanza fisica tra le aziende ridisegnando in questo modo il ruolo dei distretti e delle filiere produttive. (Calabrò,2018)

4.2 Il ruolo di Confindustria in Industry 4.0

Confindustria ha contribuito al processo di progettazione della strategia del Piano Nazionale Industry 4.0, elaborando un articolato pacchetto di proposte che il Governo ha recepito nel Piano con strumenti fiscali e finanziari a supporto della trasformazione digitale del sistema produttivo. L'implementazione dello strumento Hyper-deprezzamento, ad esempio, è nata all'interno di Confindustria.

Inizialmente sembrava uno strumento molto difficile da attuare a causa della mancanza di coperture finanziarie, ma alla fine il MISE ha trovato i mezzi per finanziarlo.

Fornendo alle imprese un bonus di ammortamento pari al 250% della spesa.

La strategia Industry 4.0, ha stimolato la crescita dell'interesse per le imprese e gli imprenditori circa la digitalizzazione e i suoi benefici.

Industry 4.0 non è solo un pacchetto di incentivi fiscali, ma è un nuovo modo di pensare l'impresa.

Secondo un sondaggio del 2017 pubblicato da PwC., su un campione di 400 aziende incontrate durante l'Industry 4.0 Roadshow: "Opportunità per la trasformazione digitale delle aziende".

Solo il 10% delle aziende partecipanti al sondaggio PwC ha affermato di non aver avuto problemi o dubbi nell'utilizzare uno degli incentivi disponibili nel Piano Industria 4.0.

Il 48% di loro ha indicato di avere difficoltà a comprendere le caratteristiche richieste degli asset da rispettare al fine di beneficiare gli incentivi, insieme alle difficoltà nell'accoppiamento di queste caratteristiche con il bene che si prevede di acquistare (riportato del 21%), le difficoltà nel collegare tangibili attività immateriali (13%) e dubbi relativi ai tempi di consegna e all'entrata in servizio del bene (8%).

Per questo motivo, alla fine del 2017 il 62% delle imprese ha richiesto un'estensione temporale del piano di incentivazione oltre dicembre 2017, che è stato poi accettato. Il 18% delle imprese intervistate ha richiesto una gamma più ampia di attività da includere nell'elenco che può beneficiare di agevolazioni fiscali e aiuti finanziari (come i mezzi di trasporto), il 10% ha chiesto una procedura semplificata (ad esempio eliminando la testimonianza giurata obbligatoria) 8 % della "retroattività" del piano, rendendolo accessibile agli acquisti effettuati nel 2016 entrati in servizio nel 2017, il residuo 2% non ha avuto lamentele. (PwC 2017)

Le aziende intervistate ammettono unanime che parte delle difficoltà interpretative è dovuta alla mancanza di competenze e alla cultura aziendale.

Per questo Confindustria si è impegnata in un'attività di sensibilizzazione del tessuto produttivo, con dei Roadshows in giro per l'Italia, e nella costruzione della rete dei Digital Innovation Hub, che sosterranno le imprese nella trasformazione.

Inoltre, dal *database* analizzato emerge un interesse pressoché inesistente alle pratiche di cybersecurity, dato che solo poche aziende hanno inoltrato la domanda di acquisto di software finalizzato alla protezione informatica sicura. Per l'esattezza sono state rilevate

solo 5 richieste per la sottocategoria software, sistemi, piattaforme e applicazioni per la protezione di reti, dati, programmi, macchine e impianti da attacchi, danni e accessi non autorizzati (cybersecurity).

Ciò è allarmante, dato che tutti gli acquisti effettuati rendono l'azienda più aperta, più connessa ad altre entità e quindi più vulnerabile.

La sicurezza informatica sembra essere sottovalutata anche perché molti imprenditori pensano di non poter essere vittime potenziali di attacchi informatici e violazioni dei dati, date le dimensioni ridotte della loro attività.

Durante i Roadshows di Confindustria, viene dedicata molta attenzione a questo tema, concentrando gli sforzi anche sulla diffusione delle *best practice* e sull'importanza della sicurezza informatica.

È importante che il top management capisca che attacchi di hacker possono essere deleteri per le aziende ed è fondamentale che ogni lavoratore sia consapevole di adottare comportamenti appropriati, evitando di mettere a repentaglio la sicurezza aziendale.

Industria 4.0 è una sfida che potrà rilanciare il sistema produttivo italiano, valorizzandone le caratteristiche della creatività e della qualità delle produzioni, a beneficio della crescita e del benessere del Paese.

5.Conclusioni

In questa tesi mi sono proposto di indagare, e approfondire, la digitalizzazione della SC focalizzandomi sulla scomposizione del fenomeno Indusrty4.0 e l'esplicitazione di ogni singola tecnologia costituente. Inoltre, definito il comparto industriale da analizzare, e servendomi delle rilevazioni contenute nel *database* del MiSE sono state evidenziate le correlazioni tra tecnologie adottate e le specificità dimensionali e geografiche. Di dettaglio, infine, è la visione del fenomeno non limitata al contesto empirico di riferimento, ma generalizzata e attualizzata.

Definita, a priori, la SC come il complesso di processi, attori e sistemi coinvolti nelle attività che spaziano dall'approvvigionamento delle materie prime alla consegna del prodotto fino al consumatore finale. E successivamente, la digitalizzazione della SC avente l'obiettivo di creare un unico ecosistema integrato in grado di armonizzare e gestire la pianificazione degli acquisti, della produzione, delle scorte, della distribuzione e dei servizi, grazie a un flusso integrato di informazioni, materie prime e prodotti, per offrire al cliente finale un'elevata qualità di prodotti e servizi. (Magnaghi,2018)

Nella stesura del primo capitolo, ho assunto un approccio descrittivo che mi permettesse di analizzare il contesto di riferimento e il fenomeno della digitalizzazione.

Iniziando con la descrizione dello sviluppo delle tecnologie in SCOM, per poi passare alla descrizione dell'iter storico che intercorre tra Indusrty1.0 a Industry 4.0 esplicitandone le innovazioni chiave che hanno segnato il passaggio alla fase industriale successiva.

Segue, una descrizione di dettaglio del contesto di riferimento italiano caratterizzato da una costellazione di micro e piccole imprese. In un contesto complesso e dinamico, in cui il commercio è caratterizzato da catene del valore globali, questa peculiarità può diventare svantaggiosa o impropria, a causa dell'assenza di economie di scala e di molti altri fattori.

La principale differenza tra l'Italia e paesi comparabili come la Germania, consiste in una diversa specificità: l'Italia, attraverso i secoli, ha intrapreso il percorso di specializzazione e diversificazione, con un raggruppamento di molte microimprese che in alcuni casi non hanno mostrato alcun interesse verso l'innovazione, poiché la loro competitività era legata ad altri aspetti come l'artigianalità e la qualità. D'altra parte, l'economia tedesca si basa su una catena di produzione composta da tante piccole impese ma distinta dalla presenza di molte grandi aziende: quando il leader del mercato innova, è in grado di stabilire gli standard per tutte le altre medie e piccole imprese presenti nell'area.

Definito il comparto industriale italiano e le sue peculiarità, espongo in merito l'indagine parlamentare del 30 giugno 2016 circa l'applicazione delle tecnologie e sinteticamente illustro le principali opportunità e rischi.

Lo stesso approccio, descrittivo, è stato assunto per la redazione del secondo capitolo, affinché mi consentisse di scendere nel dettaglio e analizzare le singole componenti di *Industry* 4.0.

In particolare, partendo dalla rielaborazione della letteratura in merito alla definizione del fenomeno "eccellenza operativa in SCOM" e le difformità circa le classiche filosofie Lean e SixSigma,

Successivamente, viene definito il contesto dinamico in base al quale le SC sono di continuo adattate e di conseguenza ridisegnate. Individuata la digitalizzazione, come nuovo driver per l'eccellenza SCOM vengono proposti il modello CORRIDOR, per sostenere lo sviluppo di una strategia con prospettive multidimensionali, e il modello SCOR. In linea con il modello SCOR, è la classificazione di Ivanov che mostra come le

principali tecnologie possono essere considerate in relazione ai quattro principali processi della SC ossia: piano, approvvigionamento, creazione e consegna. Infine, per ognuno dei quattro processi segue una dettagliata descrizione delle tecnologie che partecipano allo svolgimento.

Per il terzo capitolo, invece, ho assunto un approccio empirico di carattere quantitativo e qualitativo che mi permettesse di delineare la composizione del *database* in mio possesso e di evidenziare gli obiettivi di ricerca, di cui sopra.

Ho scelto di analizzare un database relativo alle richieste d'acquisto di beni con l'agevolazione "Nuova Sabatini", perché risulta essere lo strumento con un fit maggiore alle imprese del comparto industriale da noi preso in analisi.

Dopo averne esplicitato la provenienza e l'intervallo temporale di riferimento, il *database* che inizialmente era composto da due *dataset* viene rielaborato in base alle considerazioni fatte da Agendadigitale.eu circa la ripartizione delle tecnologie in tre categorie e le relative sottocategorie che mi permetteranno di svolgere l'analisi di dettaglio che mi ero proposto di svolgere.

Prima di passare all'analisi delle evidenze emerse per ogni categoria e rispettiva sottocategoria, viene condotta dapprima un'analisi sulla distribuzione geografica delle imprese presenti nel *dataset* ,una rielaborazione grafica sintetica dell'utilizzo degli incentivi in relazione alle dimensioni dell'impresa ed evidenziata, poi, con le indagini condotte dal MET per conto del MiSE una correlazione inversa tra la complessità dello strumento agevolativo e il grado di fruizione da parte delle imprese.

Vi è, inoltre, un focus sull'incentivo "Nuova Sabatini". Allo studio del *database* analizzato, emerge che c'è anche una stretta correlazione tra la misura applicata e le dimensioni dell'impresa richiedente. Le piccole imprese sono i principali utenti di Nuova Sabatini, perché questa misura fornisce incentivi per l'acquisto di beni che vanno da 20.000 € a 2.000.000 €. Probabilmente, perché le aziende di medie dimensioni utilizzano beni che hanno un costo superiore a 2 milioni di €, quindi non potrebbero trarne vantaggio da questa misura.

Infine, dall'analisi del *database,* come possiamo notare nel paragrafo 3.3.1, emerge che la maggior parte delle richieste di acquisto con l'incentivo Nuova Sabatini riguardano la categoria di beni da noi identificata come "produzione avanzata di beni strumentali", che riflette l'impronta manifatturiera che da sempre ha contraddistinto il comparto industriale italiano, con le richieste di acquisto di beni per la trasformazione di materie prime e macchinari di rimozione. Alle tradizionali sottocategorie di beni appartenenti a questa prima categoria, si aggiungono le innovative categorie operanti nel comparto dell'imballaggio, la produzione additiva, del packaging e la robotica in costante crescita anche per la riduzione esponenziale dei prezzi verificatasi nel corso degli ultimi anni.

Circa la seconda categoria, da noi identificata come ""Sistemi di controllo della qualità e sostenibilità della produzione" possiamo rilevare che c'è un numero inferiore di richieste d'acquisto rispetto alla prima categoria di beni. D'altronde, come possiamo notare anche dal paragrafo 3.3.2, viene rilevata la crescente tendenza di richieste per beni in grado di gestire il consumo di energia attraverso l'utilizzo di sensori, sistemi di controllo e simulazione che ottimizzano la distribuzione di energia all'interno dell'azienda. C'è una crescente impiego di questa particolare categoria, e delle relative sottocategorie appartenenti, a causa delle sempre più stringenti normative circa l'inquinamento e la gestione responsabile del consumo d'energia. Vi è, inoltre, anche una crescente richiesta di beni, come software, sistemi, piattaforme e applicazioni, utilizzati per monitorare gli impianti e volti a garantire la piena efficienza produttiva dell'apparato industriale.

Una rilevazione preoccupante, invece, riguarda le richieste di acquisto di beni da impiegare nel comparto della *cybersecurity,* che si basa sulla protezione della confidenzialità, integrità e disponibilità di un sistema informatico. La domanda per questa particolare sottocategoria di beni risulta pressoché irrilevante, solo 5 richieste d'acquisto per l'esattezza. Questo è un dato molto preoccupante, perché con l'attuazione di questa particolare politica industriale molto incentrata sul digitale, le aziende si ritrovano esposte ad attacchi dei sistemi informatici con non banali conseguenze sull'intero *business.*

Infine, per quanto riguarda la terza categoria di beni da noi identificata come "Sistemi di interfaccia uomo-macchina (HMI)", come possiamo notare nel paragrafo 3.3.3, risulta

essere la meno apprezzata. Questo dato è giustificato dal fatto che molte imprese, dati i vincoli di budget, hanno ritenuto di imminente urgenza rinnovare gli ormai obsoleti macchinari e rinviando l'acquisto di questa particolare categoria di beni.

Per concludere, nel quarto capitolo ho assunto un approccio riflessivo per giustificare i trend emersi nella stesura del capitolo precedente, con una visione d'insieme ampia che non si limitasse alle evidenze.

Vengono rilevate, in un primo momento, le peculiari caratterizzazioni del tessuto industriale italiano.

In seguito, con la descrizione dell'iter storico della politica industriale italiana si evidenziano i fallimenti, che hanno poi costituito il punto di partenza per l'elaborazione del piano Industry4.0

Come possiamo notare nel paragrafo 4.1, è un requisito fondamentale per il successo, considerati i fallimenti del passato, della politica industriale, oltre ad un certo fit con la struttura dell'intero comparto, assicurare continuità al programma di incentivi.

Infatti, coerentemente con quanto detto, possiamo osservare l'impegno del governo a garantire la continuità del Piano, e a incrementare le misure del piano ad-hoc per le PMI. Infatti, come si evince dalla Fig.5.1, sono stati incrementati i fondi a disposizione per l'agevolazione Nuova Sabatini.

Infatti, la Nuova Sabatini "come la conosciamo ora", è la risultante di tutti i miglioramenti attuati dal Governo individuate le criticità che sono emerse dalle prime applicazioni. Quindi anche gli incentivi, come il comparto industriale, sono in continua evoluzione per adattarsi meglio al contesto nel quale intervengono.

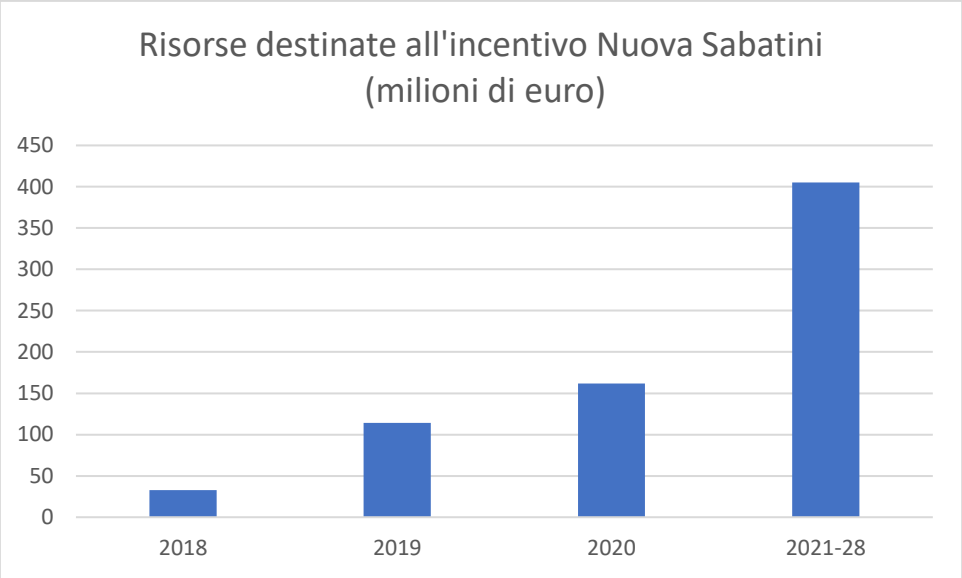

Fig.5.1: Risorse destinate all'incentivo Nuova Sabatini. Fonte: MiSE.

Inoltre, in questa nuova fase del piano industriale, il policy maker ha rivolto una maggiore attenzione alle PMI, potenziandone la direttrice fondamentale. Inducendo le imprese ad avviare dei processi di trasformazione in chiave 4.0.

Con questa particolare misura di politica industriale, si è cercato di rilanciare l'intero comparto industriale delle PMI italiane, che nel corso degli anni a causa anche delle cospicue dimensioni delle aziende che lo compongono si sono ritrovate in una situazione di non competitività dal punto di vista tecnologico, per gli irrilevanti investimenti, e conseguenzialmente produttivo.

Coinvolgere un maggior numero di imprese (soprattutto di micro e piccole dimensioni) in questa trasformazione tecnologica, accrescendone il livello di digitalizzazione e delle competenze, delinea un compito fondamentale per il policy maker al fine di incrementare il livello di produttività media del sistema produttivo e, di conseguenza, la crescita economica del Paese. Tale scopo non può prescindere anche dall'avvio di una nuova fase del Piano che abbini alle misure per l'ammodernamento dei macchinari una più incisiva azione finalizzata ad accompagnare la trasformazione e l'innovazione dei processi produttivi in chiave 4.0 e, laddove possibile, anche a un cambiamento dei

modelli di business: appare questa, infatti, una via forzata per rilanciare la competitività del tessuto produttivo italiano consentendo alle nostre imprese di presidiare e avere un ruolo strategico nelle catene globali del valore.

Secondo molti studi, infatti, la trasformazione 4.0 condurrà a un innalzamento della produttività (come noto, in Italia, si è verificato nell'ultimo ventennio una forte flessione della produttività del lavoro, del capitale e dei fattori produttivi); a oggi, però, tale crescita "non si è ancora manifestata nelle statistiche ufficiali ma vi sono importanti esempi di aumenti di produttività a due cifre al livello della singola impresa" (Beltrametti et. al., 2017).

Appare opportuno evidenziare, al riguardo, lo sforzo compiuto dall'ISTAT in questi ultimi anni finalizzato a fornire letture variegate del sistema produttivo e del comportamento delle imprese. La conoscenza approfondita del sistema produttivo, nelle sue varie declinazioni e specializzazioni, appare del resto fondamentale per la definizione di appropriate misure di politica industriale.

Queste disuguaglianze nella gamma di dimensioni delle imprese sono in grado di spiegare anche le differenze nei finanziamenti e nelle attitudini di crescita delle PMI italiane, che di solito fanno affidamento sui finanziamenti bancari per avviare progetti, gestire o acquistare le attività e avere una crescita relativamente alle dimensioni e ricavi. Di fatto, la regolamentazione e i requisiti per entrare nei mercati finanziari sono bendisposti alle grandi imprese, abrogando alle PMI una serie di servizi finanziari che potrebbero incrementarne la crescita. Negli ultimi anni, tuttavia, sono nate molte alternative di finanziamento, nuovi e più semplici strumenti di finanziamento sono entrati nei mercati e molti attori stanno cercando di armonizzare i sistemi di quotazione con le specificità italiane, al fine di rendere i mercati finanziari propensi alle PMI.

Difatti, l'erogazione di questo particolare strumento di politica industriale è finalizzata alla facilitazione delle concessioni di finanziamenti da parte delle banche alle PMI, che in passato erano spesso respinte a causa dell'elevata rischiosità dell'attività e la cospicua dimensione dell'impresa.

Le evidenze rilevate dallo studio approfondito del *database* del Mise sono tutti spunti che il Governo attuale, dati alla mano, sta utilizzando o utilizzerà per migliorare l'attuazione degli incentivi e ottimizzare i possibili scenari futuri a supporto di Industry4.0.

Le imprese italiane sono rimaste indietro in termini di digitalizzazione delle imprese: gli incentivi Industria 4.0 sono stati assolutamente fondamentali per aiutarli in termini di competitività, ma molti sforzi devono ancora essere fatti (specialmente per colmare il divario nord-sud).

Infatti, in chiave futura, la politica industriale attuata non riguarda solo il riammodernamento e adeguamento del parco macchine industriale agli standing tecnologici che comportino efficienza produttiva, ma anche l'introduzione di figure professionali specialistiche in grado gestire i processi di innovazione. Svolgeranno un ruolo chiave i Punti di Impresa Digitale (PID) e Digital Innovation Hub (DIH) che si pongono la finalità trovare risposta, in modo capillare, alla domanda di innovazione e competenze soprattutto delle PMI. Priorità di questa politica industriale, sarà dunque il raggiungimento, nel medio-lungo termine, della piena armonia delle misure. E, concordemente con Visco (2018) "è essenziale ricercare sinergie fra interventi su fronti diversi, ad esempio tra il potenziamento del sistema educativo e della formazione e il sostegno alla capacità innovativa delle imprese, tra gli incentivi regolamentari e quelli fiscali allo sviluppo dimensionale delle aziende, tra la semplificazione amministrativa e quella delle procedure che governano la gestione delle crisi aziendali".

Bibliografia

Libri:

- Beltrametti L., et al., La fabbrica connessa, Guerini e Associati, 2017
- Brynjolfsson E, McAffe A (2015) The second machine age – Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird. Plassen Verlag, Kulmbach
- Duggan KJ (2012) Design for operational excellence – a breakthrough strategy for business growth. McGraw Hill, New York.
- Ivanov D (2018) Structural dynamics and resilience in supply chain risk management. Springer, New York.
- Ivanov D (2018) Structural dynamics and resilience in supply chain risk management. Springer, New York.
- Martin JW (2008) Operational excellence – using Lean Six Sigma to translate customer value through global supply chains. Auerbach Publications, New York.
- Martin JW (2008) Operational excellence – using Lean Six Sigma to translate customer value through global supply chains. Auerbach Publications, New York.
- Miller A (2014) Redefining operational excellence – new strategies for maximizing performance and profits across the organization. AMACOM American Management Association, New York.
- Schmitt R, Pfeifer T (2010) Qualitätsmanagement: Strategien – Methoden – Techniken. Carl Hanser Verlag, München.
- Visco I, Anni difficili Dalla crisi finanziaria alle nuove sfide per l'economia, Il Mulino, 2018

- Westerman G, Bonnet D, McAfee A (2014) Leading digital – turning technology into business transformation. Harvard Business Review Press, New York, NY.

Capitoli di libro:

- Ivanov, Tsipoulanidis, Schönberger, (2018), Global Supply Chain and Operations Management, pp494.

Articoli di riviste: (Sottolineati in giallo perché non sono sicuro che siano da intendersi come articoli di riviste)

- Ben-Daya M, Hassini E, Bahroun Z (2018) Internet of things and supply chain management: a literature review. Int J Prod Res. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140
- BMBF (2013) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRY 4.0 – final report of the Industrie 4.0 Working Group BMBF.
- Buer SV, Strandhagen JO, Chan FTS (2018) The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. Int J Prod Res. https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945
- Calabrò, Carnazza, Le nuove sfide tecnologiche e le principali risposte della politica industriale,2018.
- Camera dei deputati, Commissione X Attività produttive, commercio e turismo, Industria 4.0: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali, XVII Legislatura, 30 giugno 2016.
- Cappellani L., et al., Il Piano nazionale Industria 4.0: una valutazione dei possibili effetti nei sistemi economici del Mezzogiorno e del Centro-Nord, Rapporto SVIMEZ, luglio 2017.

- CENTRO STUDI CONFINDUSTRIA, I nuovi volti della globalizzazione: alle radici delle diverse performance delle imprese, SIPI Spa, 2016
- Choi TM, Wallace SW, Wang Y (2018) Big data analytics in operations management. Prod Oper Manag.
- Decken T (2018) Warum Digitalisierung nicht mehr warten kann. The Source Magazine, 3rd edn, January 2018
- Feldmann K, Pumpe A (2017) A holistic decision framework for 3D printing investments in global supply chains. Trans Res Proc 25:677–694
- Gerbert, P, M Lorenz, M Rüßmann, M Waldner, and J Justus (2015). "Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries." Boston Consulting Group.
- Hentrich C, Pachmajer M (2016) d. quarks – Der Weg zum digitalen Unternehmen. Pricewaterhouse Coopers Aktiengesellschaft, Frankfurt am Main.
- Hofmann E, Rüsch M (2017) Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. Comput Ind 89:23–34.
- Holmström J, Gutowski T (2017) Additive manufacturing in operations and supply chain management: no sustainability benefit or virtuous knock-on opportunities? J Ind Ecol 21(S1): S21–S24
- Hossenfelder J (2010) Themendossier operational excellence – Nur das Beste ist gut genug. Lünendonk GmbH Publication in cooperation with Kienbaum Consultants.
- Hossenfelder J (2010) Themendossier operational excellence – Nur das Beste ist gut genug. Lünendonk GmbH Publication in cooperation with Kienbaum Consultants.
  https://doi.org/10.1111/poms.12838.
  https://doi.org/10.1111/poms.12838.
- ISTAT, Rapporto annuale2016, 2016 (ultimo accesso: 10 agosto 2017). https://www.istat.it/it/archivio/185497
- Khajavi SH, Partanen J, Holmström J (2014) Additive manufacturing in the spare parts supply chain. Comput Ind 65(1):50–63.
- Khajavi SH, Partanen J, Holmström J (2014) Additive manufacturing in the spare parts supply chain. Comput Ind 65(1):50–63.

- Kiehne B, Tsipoulanidis A (2016) Berufskompetenzen entwickeln durch Perspektivübernahme im Supply Chain und Operations Management. DUZ medienhaus.
- Kiehne B, Tsipoulanidis A (2016) Berufskompetenzen entwickeln durch Perspektivübernahme im Supply Chain und Operations Management. DUZ medienhaus.
- Li J, Jia G, Cheng Y, Hu Y (2017) Additive manufacturing technology in spare parts supply chain: a comparative study. Int J Prod Res 55(5):1498–1515
- Magnaghi (2018) Dall'Industria 4.0 alla Supply Chain 4.0, Soiel International.
- Moghaddam M, Nof SY (2017) Collaborative service-component integration in cloud manufacturing. Int J Prod Res 56(1–2):677–691.
- Müller B, Töppel T (2014) Technologiescreening Laserstrahlschmelzen und Rapid Prototyping – 3D Printing Studie, Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnink IWU
- Porter ME, Heppelmann JE (2015) How smart, connected products are transforming companies. Harv Bus Rev 93(10):96–114.
- Porter ME, Heppelmann JE (2018) Eine Brücke zwischen digitaler und physischer Welt. Harvard Business Manager, Februar 2018.
- Sole24ore: Sorpresa anche le PMI prime nell'export di Marco Fortis https://www.ilsole24ore.com/art/commenti-e-idee/2018-12-06/sorpresa-anche-pmi-prime-nell-export-073723.shtml?uuid=AEu6ShtG&refresh_ce=1
- Strozzi F, Colicchia C, Creazza A, Noè C (2017) Literature review on the 'Smart Factory' concept using bibliometric tools. Int J Prod Res. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1326643
- Tsipoulanidis A (2015) Von lean thinking zu supply chain & operational excellence durch die digitale transformation. Der Tagesspiegel, 2.11.2015
- VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. (2013) Cyber-physical systems: Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation. Thesen und Handlungsfelder, April 2013.
- Wamba SF, Akter S, Edwards A, Chopin G, Gnanzou D (2015) How 'big data' can make big impact: findings from a systematic review and a longitudinal case study, Int J Prod Econ, Elsevier, 165, 234–246.

- Wamba SF, Ngai EWT, Riggins F, Akter S (2017) Transforming operations and production management using big data and business analytics: future research directions. Int J Oper Prod Manag 37(1):2–9.

Siti internet consultati:

- Confindustria, http://preparatialfuturo.confindustria.it/progetto/obiettivi/, 2019.
- ISO, www.iso.org, 2017.
- MiSE,https://www.MiSE.gov.it/index.php/it/incentivi/impresa/beni-strumentali-nuova-sabatini,2018.
- PwC, https://www.pwc.com/it/it.html, 2017.