



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Collegio di Ingegneria Gestionale – Classe LM/31

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

**Analisi comparata dei piani di politica economica per
l'Industria 4.0: valutazione dell'idoneità delle iniziative
nell'agevolare l'adozione e l'integrazione delle
tecnologie dell'Industria 4.0**

Relatore

Prof. Matteo Tubiana

Candidato

Chiara Repetto

Anno Accademico 2022/2023

Indice

Indice delle figure.....	4
Indice delle tabelle.....	5
Introduzione.....	6
1. Industria 4.0.....	9
1.1. Illustrazione del fenomeno.....	9
1.1.1. Origini e contestualizzazione dell'Industria 4.0.....	9
1.1.2. Tecnologie abilitanti.....	10
1.2. Prospettive contrapposte sull'Industria 4.0: rivoluzione o evoluzione?.....	13
1.2.1. Rivoluzione tecnologica.....	14
1.2.2. Evoluzione tecnologica.....	15
1.3. Forze trainanti e sfide nell'adozione delle tecnologie digitali.....	17
1.3.1. Fattori incentivanti.....	17
1.3.2. Barriere all'implementazione.....	18
2. Quadro globale delle politiche economiche per l'industria 4.0.....	20
2.1. Iniziative nell'Unione Europea.....	21
2.1.1. Germania.....	21
2.1.2. Italia.....	24
2.1.3. Olanda.....	29
2.1.4. Danimarca.....	31
2.1.5. Svezia.....	33
2.2. Iniziative in USA e Cina.....	37
2.2.1. USA.....	37
2.2.2. Cina.....	39
2.3. Analisi.....	41
2.3.1. Metodologia di raccolta e organizzazione dei dati.....	41
2.3.2. Comparazione delle diverse iniziative politiche.....	44
2.3.3. Considerazioni e classificazioni sui risultati ottenuti.....	54
3. Idoneità delle politiche economiche alle sfide dell'Industria 4.0.....	65
3.1. Difficoltà nella diffusione dell'Industria 4.0.....	65
3.1.1. Comprensione delle barriere all'Industria 4.0 nelle aziende.....	66
3.1.2. Comprensione delle barriere per dimensione di impresa.....	69

3.2. Valutazione delle politiche economiche	72
3.2.1. Principi guida per la politica governativa	73
3.2.2. Verifica dell'idoneità delle politiche economiche oggetto di studio	79
Conclusione	86
Bibliografia	89
Sitografia	96
Allegati	101
Allegato 1 – Strumenti di supporto	101
Allegato 2 – Modalità di accesso	110
Allegato 3 – Entità responsabili della coordinazione	114

Indice delle figure

Figura 1 - Politiche focalizzate su attori specifici.....	57
Figura 2 - Politiche con copertura esclusivamente regionale.....	58
Figura 3 - Politiche e direzionalità.....	59
Figura 4 - Politiche gestite tramite approccio collaborativo.....	61
Figura 5 - Iniziative focalizzate sull'esclusiva fornitura di servizi.....	62
Figura 6 - Politiche che agevolano R&S	63
Figura 7 - Politiche che forniscono supporto per la formazione dei lavoratori.....	64
Figura 8 - Principi guida.....	73

Indice delle tabelle

Tabella 1 – Iniziative di politica economica relative all'14.0	43
Tabella 2 – Settori destinatari dell'iniziativa	44
Tabella 3 – Strumenti di supporto adottati dalle iniziative prese in esame	48
Tabella 4 – Modalità di finanziamento	52
Tabella 5 – Entità responsabili della coordinazione delle iniziative	53
Tabella 6 – Categorizzazione elementi di comunanza delle iniziative politiche	56
Tabella 7 – Possesso dei principi guida da parte delle iniziative analizzate	80

Introduzione

L'Industria 4.0 rappresenta un concetto di estrema rilevanza nell'ambito dell'innovazione. Questo termine fa riferimento all'integrazione di tecnologie all'avanguardia che non solo ridefiniscono in modo sostanziale i tradizionali processi produttivi, ma influenzano in maniera significativa numerosi aspetti delle imprese. Questa evoluzione ha suscitato un notevole interesse da parte dei leader politici di numerose nazioni industrializzate.

L'obiettivo principale della tesi è fornire una visione analitica e comparativa degli approcci di politica economica indirizzati all'Industria 4.0 adottati in diversi paesi, al fine di offrire una migliore comprensione delle sfide e delle opportunità connesse alla diffusione delle tecnologie dell'Industria 4.0 e valutare l'appropriatezza delle politiche economiche oggetto di studio nel supportare le imprese nell'adozione e nell'integrazione di queste tecnologie.

Nello specifico, il primo capitolo traccia un indispensabile quadro teorico atto ad agevolare la comprensione del fenomeno noto come Industria 4.0. Esso si apre fornendo una definizione chiara del concetto di Industria 4.0, esplorando l'origine del termine e il contesto in cui esso è stato coniato per la prima volta. Riconoscendo l'importanza di contestualizzare correttamente tale fenomeno, si procede a fornire una descrizione delle rivoluzioni industriali precedenti e a esaminare come l'attuale evoluzione tecnologica sia comunemente associata all'idea di una possibile Quarta Rivoluzione Industriale. Per ottenere una comprensione dettagliata del complesso panorama tecnologico sottostante questo fenomeno, viene fornita un'esauritiva esposizione delle nove tecnologie abilitanti individuate dal Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) come costituenti dell'Industria 4.0. Ciascuna di esse è sottoposta a un'analisi approfondita per evidenziarne il contributo effettivo nella ridefinizione dei processi industriali, nell'ottimizzazione dell'efficienza e nella promozione della flessibilità aziendale.

In seguito, con l'intento di delineare le diverse concezioni legate all'Industria 4.0, viene offerta una panoramica del fervente dibattito accademico incentrato su questo fenomeno. La discussione si articola tra due prospettive accademiche divergenti: da un lato, coloro che la interpretano come una rivoluzione radicale, con il potenziale di trasformare profondamente il panorama industriale, dall'altro, invece, vi è chi non la concepisce come un cambiamento epocale autonomo, ma piuttosto come un elemento evolutivo nell'ambito della già in corso rivoluzione digitale, iniziata negli anni '60. L'obiettivo è quello di catturare la complessità del fenomeno e fornire una comprensione delle varie visioni coinvolte. Infine, il capitolo

fornisce una visione generale delle principali forze che spingono le imprese ad abbracciare queste nuove tecnologie, sottolineando anche le sfide e le barriere che possono emergere durante il complesso processo di implementazione.

Nel secondo capitolo, viene fornito un quadro completo delle politiche economiche attualmente in vigore legate all'Industria 4.0, con l'obiettivo di esplorare i modelli e le strategie adottate dai vari attori politici, al fine di comprenderle in modo più approfondito. Dopo una preliminare illustrazione di alcune delle politiche economiche prese in considerazione, mirante a fornire esempi di modelli di attuazione delle strategie politiche, segue la descrizione della metodologia impiegata per la raccolta e l'organizzazione dei dati in vista dell'analisi. In seguito, coerentemente con il principale scopo della ricerca, consistente nel condurre un'analisi comparata tra i vari piani di politica economica dedicati all'Industria 4.0, è stata condotta un'analisi dettagliata dei piani e delle iniziative oggetto di studio, specificamente implementati in vari paesi dell'Unione Europea, nonché in Cina, Regno Unito e Stati Uniti d'America. Queste politiche sono state quindi esaminate e categorizzate in base agli obiettivi e ai settori di destinazione, concentrandosi successivamente sull'analisi e la classificazione dei vari strumenti di supporto implementati da ciascun paese, includendo le modalità di accesso previste per gli attori a cui tali politiche sono rivolte. Inoltre, si è proceduto con una suddivisione basata sull'origine delle fonti di finanziamento di tali iniziative, includendo i casi in cui sono stati assegnati finanziamenti significativi, e con una ripartizione basata sul principale coordinatore di tali politiche. Conclusivamente, mediante l'analisi complessiva delle informazioni acquisite, si è proceduto a categorizzare le politiche in virtù delle loro predominanti peculiarità, individuando eventuali connotazioni comuni e rilevando la specificità correlata a particolari attori o attività.

Nel terzo capitolo, sulla base dei più recenti sviluppi della letteratura che hanno evidenziato le difficoltà che le imprese incontrano nell'adozione delle nuove tecnologie digitali, viene effettuata un'analisi dell'idoneità delle politiche oggetto di studio nel supportare le imprese nell'adozione e nell'integrazione di queste tecnologie. Inizialmente, si procede con un'analisi dettagliata delle sfide che le imprese affrontano, offrendo una comprensione più specifica delle barriere che spesso ostacolano e interferiscono con l'adozione delle tecnologie. In seguito, sulla base delle barriere individuate e delle evidenze emerse dalla letteratura, si procede a delineare i principi guida che dovrebbero essere attentamente presi in considerazione nella progettazione dei vari piani e iniziative, al fine di agevolare il processo di diffusione dell'Industria 4.0 nell'ambito nazionale. In conclusione, si

procede con una valutazione dell'adeguatezza delle iniziative oggetto di studio in base ai principi precedentemente delineati, al fine di identificare i punti di forza e le aree di miglioramento potenziali, contribuendo così a una visione completa e articolata dell'idoneità delle politiche analizzate.

L'ultimo capitolo rappresenta la conclusione della tesi, il cui principale obiettivo è quello di rafforzare i concetti chiave emersi durante lo sviluppo della ricerca. Vengono esaminate in modo esaustivo le indagini svolte nei capitoli precedenti, allo scopo di fornire una visione complessiva e completa dei risultati ottenuti.

1. Industria 4.0

1.1. Illustrazione del fenomeno

1.1.1. Origini e contestualizzazione dell'Industria 4.0

Come sostenuto dal Ministero dello Sviluppo Economico (MISE), il termine Industria 4.0 indica un progresso nell'ambito dell'automazione industriale che incorpora nuove tecnologie produttive con l'intento di ottimizzare le condizioni lavorative, con un parallelo aumento della produttività e della qualità dei processi all'interno delle strutture industriali.

L'espressione è stata coniata per la prima volta in Germania nel 2011. In quell'anno un gruppo di lavoro convocato dal Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)¹ presentò l'iniziativa strategica nazionale "Industrie 4.0", la quale rappresentava uno dei 10 "Zukunftsprojekts" (Progetti del Futuro) identificati dal governo tedesco come parte del suo "High-Tech Strategie 2020 Aktionsplans" per perseguire i specifici obiettivi tecnologici delineati nell'arco di 10-15 anni. Successivamente, nel 2013, alla Hannover Messe venne lanciata la "Plattform Industrie 4.0" con l'obiettivo di proseguire il lavoro. Come sottolineato da De Propriis [1], questo endorsement politico cominciò a suscitare l'entusiasmo dei vari leader di imprese, i quali iniziarono a divulgare il termine suggerendo che una nuova generazione di tecnologie digitali sarebbe stata in grado di trasformare le fabbriche e le catene di approvvigionamento.

I successi produttivi raggiunti dalla Germania ispirarono molti altri paesi a seguire una simile strategia. Questa tendenza suscitò un interesse diffuso che portò all'avvio di numerosi studi incentrati sull'analisi dell'impatto previsto di queste nuove politiche sul tessuto sociale ed economico, identificando questo momento come la "Quarta Rivoluzione Industriale".

L'inizio della Prima Rivoluzione Industriale risale alla metà del XVIII secolo, quando l'innovazione portata dalla macchina a vapore e dalla sua applicazione alla produzione permise di meccanizzare i processi produttivi, rappresentando la transizione dalla dipendenza da animali, sforzo umano e biomassa come principali fonti di energia all'adozione dei combustibili fossili.

La Seconda Rivoluzione Industriale si verificò nel periodo compreso tra la fine del XIX secolo e i primi due decenni del XX secolo, con l'invenzione dei macchinari elettrici. Tali macchinari, rispetto a quelli ad acqua e vapore, vantavano

¹ Ministero Federale Tedesco per l'Istruzione e la Ricerca

un'efficienza superiore, un utilizzo più agevole e una manutenzione semplificata. In aggiunta, risultavano notevolmente convenienti, richiedendo minori risorse e sforzi umani rispetto alle macchine impiegate durante la prima rivoluzione industriale. L'uso dell'elettricità e la creazione della prima catena di montaggio resero possibile la produzione di massa.

L'avvio della Terza Rivoluzione Industriale, nota come "Rivoluzione digitale", è comunemente legato alla trasformazione innescata dall'introduzione di Internet (1960-1970). Tale fase corrisponde alla transizione dalla meccanica, dalle tecnologie elettriche e da quelle analogiche alla tecnologia digitale, manifestandosi nei paesi più avanzati attraverso la diffusione e l'espansione dei computer digitali e dei sistemi di archiviazione documentale.

A oggi, Klaus Schwab, presidente e fondatore del World Economic Forum, sostiene che una Quarta Rivoluzione Industriale si stia sviluppando sulla base della Terza [2]. Questa nuova rivoluzione può essere caratterizzata dall'emergere dei sistemi cibernetici, che portano con sé capacità del tutto innovative sia per le persone che per le macchine [3]. Come evidenziato anche da De Propris [1], un insieme di tecnologie innovative si è evoluto rapidamente, basandosi su sviluppi avviati a metà degli anni '80, dando origine a un nuovo concetto legato all'automazione nei processi industriali all'interno delle imprese, comunemente conosciuto come Industria 4.0.

Attraverso un approccio integrato, l'Industria 4.0 porta con sé una ridefinizione sostanziale del tradizionale concetto di produzione. L'integrazione di avanzate tecnologie digitali promuove l'interconnessione, l'automazione, l'ottimizzazione dei processi e l'uso dei dati in tempo reale per migliorare l'efficienza, la flessibilità e la competitività nelle imprese industriali.

In questa era digitale, tali tecnologie innovative promuovono pratiche di produzione più intelligenti riflettendo la necessità di adattarsi alle sfide e alle opportunità di un panorama sempre più dinamico e interconnesso.

1.1.2. Tecnologie abilitanti

Secondo quanto definito inizialmente nel Quadro Nazionale "Industria 4.0" del Ministero dello Sviluppo Economico e nelle sue successive revisioni ("Impresa 4.0" e "Transizione 4.0"), la Quarta Rivoluzione Industriale si fonda sull'impiego di tecnologie abilitanti o KETs (Key Enable Technologies). Conformemente alla formulazione della Commissione Europea, queste tecnologie sono "*ad alta intensità*

di conoscenza e associate ad elevata intensità di Ricerca & Sviluppo, a cicli di innovazione rapidi, a consistenti spese di investimento e a posti di lavoro altamente qualificati" [4]. Attualmente, in base al rapporto redatto dalla Boston Consulting Group [5], il Ministero dello Sviluppo Economico (MISE), nel suo documento ufficiale [6] [7], riconosce nove innovazioni tecnologiche alla base dell'Industria 4.0:

1. **Advanced Manufacturing Solutions:** il termine "Soluzioni per la Manifattura Avanzata" si riferisce a sistemi avanzati di produzione caratterizzati da interconnessione e modularità. Questi sistemi permettono flessibilità ed elevata efficienza attraverso l'integrazione di tecnologie specifiche, come i sistemi di movimentazione automatica dei materiali e la robotica avanzata. Quest'ultima, in particolare, coinvolge l'impiego di robot collaborativi, noti come cobot, appositamente progettati per interagire in modo ravvicinato con gli esseri umani nello stesso ambiente lavorativo, cooperando al fine di raggiungere medesimi obiettivi. Questo è reso fattibile grazie a sensori che consentono alle macchine di rilevare la presenza umana. In caso di collisioni, i movimenti si interrompono automaticamente, riprendendo l'attività non appena vengono ristabiliti i parametri di sicurezza. A differenza dei robot convenzionali utilizzati a lungo nell'industria, i nuovi robot presentano una struttura snodata, con interfacce di programmazione user-friendly, in grado di interagire con altri dispositivi e di cooperare attivamente con gli operatori umani. I cobot dimostrano particolare utilità in operazioni iterative che necessitano di accuratezza nei movimenti e nella posizione, sostituendo gli operatori umani in attività ergonomicamente sfavorevoli.
2. **Additive Manufacturing:** si tratta di una tecnologia innovativa che consente la produzione di oggetti di geometria complessa in poche ore, senza l'impiego di utensili. Il processo si basa direttamente sul modello matematico dell'oggetto creato su un sistema CAD 3D [8].
3. **Augmented Reality:** la Realtà Aumentata (RA) costituisce una tecnologia che migliora la percezione degli spazi reali mediante l'inserimento di elementi virtuali (visivi o sonori). L'applicazione di questa tecnologia intensifica l'interazione con il contesto e i sistemi di produzione. Ad esempio, consente di visualizzare dettagli specifici riguardanti un oggetto reale con il semplice atto di inquadrarlo attraverso visori o tablet.
4. **Simulation:** la simulazione si riferisce all'uso di modelli digitali per replicare, analizzare e ottimizzare processi industriali o sistemi complessi. Le tecnologie

di "Simulazione" nel Piano Industria 4.0 includono software dedicati alla progettazione, qualificazione delle prestazioni e produzione di manufatti con materiali non convenzionali o ad alte prestazioni. Fra le tecnologie abilitanti, le simulazioni tridimensionali di prodotti, materiali e processi produttivi erano già in utilizzo. Tuttavia, con l'avvento dell'Industria 4.0, la simulazione può ora integrare informazioni in tempo reale, consentendo alle aziende di valutare i processi e riconfigurare le proprie strategie con maggiore celerità.

5. **Horizontal and Vertical System Integration:** l'idea di integrazione riguarda l'implementazione di sistemi informativi dedicati che facilitano l'interazione con fornitori e clienti per lo scambio di informazioni (integrazione Verticale) o con aziende attive nella stessa filiera (integrazione Orizzontale). L'obiettivo è avviare un processo in cui le infrastrutture produttive tradizionali evolvono in sistemi di produzione cyber-fisici, nei quali ogni fase della catena del valore, dal produttore al consumatore, interagisce, dando vita a una nuova concezione di fabbrica connessa. In questo modo, si supera il precedente paradigma della fabbrica convenzionale per abbracciare la Smart Factory, dove i processi informatici e di controllo sono informatizzati ed eseguiti in modo sinergico. Questa trasformazione consente a tutti i reparti aziendali di accedere a dati di produzione, rendendo l'ambiente produttivo complessivo altamente versatile e prontamente reattivo alle dinamiche del mercato.
6. **Industrial Internet and IoT:** l'IoT rappresenta una rete di dispositivi interconnessi capaci di interagire tra di loro e di trasmettere informazioni agli utenti attraverso Internet. La raccolta dei dati avviene tramite l'utilizzo di sensori. Tale tecnologia consente di raccogliere automaticamente dati da varie funzioni e trasmetterli a un sistema centrale tramite Internet. Tali dispositivi utilizzati in ambito industriale si convertono in IIoT: Industrial Internet of Things. La raccolta di dati di vario tipo, trattati tramite algoritmi, rende possibile intervenire sui processi, al fine di migliorarli e potenziarli, permettendo agli operatori, agli analisti e alle macchine stesse di effettuare scelte in modo più informato. L'IIoT, dunque, rende più efficiente la comunicazione tra macchine e fornisce ai responsabili dell'impianto dati che offrono una visione più chiara di come opera la loro struttura.
7. **Cloud:** il termine "cloud" si riferisce a un insieme di tecnologie focalizzate sulla gestione, l'analisi e la trasmissione di dati e a tutte le soluzioni e piattaforme

che consentono agli utenti di accedere alle risorse di cui hanno bisogno in modalità "on-demand" attraverso il modello Software as a Service (SaaS)².

8. **Cyber-security:** il concetto di cybersecurity nell'ambito dell'Impresa 4.0 è finalizzato a proteggere i macchinari interconnessi mediante idonee misure di sicurezza. Ciò assicura la registrazione affidabile e sicura dei dati, permettendo di monitorare gli accessi e di registrare le correzioni apportate a dati e valori.
9. **Big Data and Analytics:** i Big Data sono da considerarsi come l'insieme dei processi e delle infrastrutture per l'analisi e l'interpretazione dei dati. L'analisi di un'ampia base dati contribuisce all'ottimizzazione di prodotti e processi produttivi, alla riduzione dei consumi energetici, risultando una delle KETs più cruciali per formulare scelte in modo analitico.

Tuttavia, nell'ambito accademico attuale la controversia riguardante il fatto se queste tecnologie siano radicalmente nuove tanto da poter essere chiamate rivoluzione o siano semplicemente un'evoluzione continua delle tecnologie precedentemente emerse nella Terza Rivoluzione Industriale è ancora oggetto di dibattito.

1.2. Prospettive contrapposte sull'Industria 4.0: rivoluzione o evoluzione?

L'Industria 4.0 è stata identificata come la "Quarta Rivoluzione Industriale", tuttavia, questa definizione non gode di una piena accettazione nell'ambito accademico. Infatti, all'interno della sfera accademica emergono diverse opinioni contrastanti. Mentre alcuni sostengono che il mondo stia attualmente vivendo una nuova Rivoluzione Industriale basata sulla precedente, un'altra parte della letteratura vede l'Industria 4.0 come un'evoluzione delle tecnologie della Terza, anziché come cambiamento rivoluzionario indipendente.

² Il Software as a Service (SaaS, Software as a Service) consente agli utenti di connettersi ad app basate sul cloud tramite Internet e usare tali app. Esempi comuni sono la posta elettronica, i calendari e gli strumenti di produttività, come Microsoft Office 365.

1.2.1. Rivoluzione tecnologica

Come citato precedentemente, questa parte della letteratura sostiene che oggi l'umanità sia nel pieno di una rivoluzione tecnologica che cambierà radicalmente il modo di lavorare e le relazioni interpersonali.

La Quarta Rivoluzione Industriale costituisce un inedito stadio nello sviluppo umano, reso possibile da eccezionali avanzamenti tecnologici in linea con quelli verificatisi durante la Prima, Seconda e Terza Rivoluzione Industriale. Questi progressi, come indicato da Schwab [2], stanno congiungendo i domini fisico, digitale e biologico in maniere che suscitano sia ampie promesse che possibili rischi. Inoltre, Schwab ha evidenziato tre ragioni per cui le attuali trasformazioni non rappresentano semplicemente un'estensione della Terza Rivoluzione Industriale, ma segnano l'avvento di una Rivoluzione Industriale distintiva:

- **Velocità:** la celerità degli attuali sviluppi tecnologici non trova confronti nella storia. A comparazione delle rivoluzioni industriali precedenti, la Quarta sta procedendo a un ritmo esponenziale, rompendo con il passato caratterizzato da una progressione lineare.
- **Portata:** questa nuova rivoluzione sta innescando perturbazioni sostanziali in ogni settore economico presente in ogni nazione.
- **Impatto sistemico:** la vastità e la profondità di tali mutamenti preludono alla riforma integrale di sistemi produttivi, organizzativi e governativi.

La vastità e la profondità dell'impatto trasformativo derivante dal mutamento tecnologico promosso dalla Quarta Rivoluzione Industriale, come sottolineato da De Propris [1], daranno il via ad un cambio di paradigma tecno-socioeconomico nell'economia e nella società. I cambiamenti rivoluzionari e trasformativi derivanti dall'implementazione di tutte le nuove tecnologie possono essere categorizzati in cinque aree principali:

- 1) **Nuovi mercati:** esaminando l'ampio panorama delle tecnologie legate alla Quarta Rivoluzione Industriale, emergeranno nuovi mercati che risponderanno a nuovi bisogni di consumo e stimoleranno l'introduzione di nuove offerte tecnologiche.
- 2) **Nuovi prodotti:** le nuove tecnologie daranno vita a prodotti completamente innovativi, sia nel settore dei beni che dei servizi. La chiave di questa trasformazione risiede nell'evoluzione del modo in cui tali prodotti sono attivati o collegati digitalmente.

- 3) **System-product innovation:** il termine si riferisce alla discussione in corso riguardante l'evoluzione del settore manifatturiero da un modello di business focalizzato sul prodotto a uno orientato al servizio. Questo fenomeno, identificato come servitizzazione della produzione, implica una mutua contaminazione delle pratiche e delle strategie dei servizi all'interno del settore manifatturiero, con l'obiettivo di sviluppare un sistema integrato prodotto-servizio.
- 4) **Nuovi modelli di business:** rifacendosi ai tre precedenti punti, per riuscire a espandere la propria presenza in nuovi mercati e lanciare nuovi prodotti, le aziende dovranno esplorare nuovi modelli di business.
- 5) **Innovazione incentrata sul cliente:** il Cloud Computing, Big Data e l'analisi dei dati rappresentano solo alcune delle tecnologie che agevoleranno la creazione, la produzione e la distribuzione di prodotti personalizzati. Ciò si realizzerà mediante un flusso bidirezionale di informazioni e dati tra produttori e clienti.

In conclusione, si sostiene che la vera rivoluzione sia veicolata attraverso la tecnologia digitale, la quale, se utilizzata in modo completo, è destinata a modificare non solo i prodotti e i processi, ma anche la stessa struttura delle catene di approvvigionamento.

1.2.2. Evoluzione tecnologica

Successivamente al World Economic Forum del 2016, in cui Klaus Schwab avanzò l'idea che il mondo stesse vivendo una Quarta Rivoluzione Industriale, Jeremy Rifkin, economista e sociologo nonché presidente della Foundation on Economic Trends di Washington, si contrappose. In opposizione a tale visione Rifkin sostenne che la fase di digitalizzazione, comunemente nota come Terza Rivoluzione Industriale, fosse ancora in fase embrionale e dovesse ancora rivelare appieno tutte le sue implicazioni e potenzialità [9].

Un'analisi più approfondita, secondo Rifkin, mette in evidenza le vulnerabilità dell'affermazione di Schwab riguardo a un cambiamento qualitativo nella velocità, portata e impatto delle nuove tecnologie, che giustificherebbe il passaggio dalla Terza alla Quarta Rivoluzione Industriale. In particolare, la significativa riduzione dei costi fissi associati alla tecnologia digitale, l'irrisorio costo marginale del suo utilizzo e la sua intrinseca natura interconnessa hanno agevolato un notevole progresso in velocità, portata e impatto sui sistemi negli ultimi venticinque anni.

Indubbiamente, non viene negato che l'introduzione della tecnologia digitale nell'intera società nell'ultimo mezzo secolo abbia generato intricate reti interconnesse, provocando un cambiamento radicale nell'organizzazione della vita economica, politica e sociale, tuttavia, la tesi avanzata sostiene che la digitalizzazione stia appena iniziando a dispiegare il suo potenziale e che la sua nuova configurazione sotto forma di Internet of Things costituisca la prossima fase del suo sviluppo.

Il nucleo centrale dell'argomento è che la rivoluzione digitale deve ancora raggiungere la sua massima potenza, rendendo prematuro dichiararne la conclusione. È plausibile che una nuova rivoluzione tecnologica, altrettanto potentemente estensiva e di vasta portata nel suo impatto sulla società come la digitalizzazione, possa emergere nel prossimo futuro. In tale eventualità, si potrà giustamente attribuire l'etichetta "Quarta Rivoluzione Industriale".

A sostegno della tesi di Rifkin, oggi emerge una tendenza a classificare come "Rivoluzione" qualcosa che, al momento attuale, sembra essere ancora in una fase embrionale. Questo concetto trova conferma in alcuni studi condotti sui tassi di adozione delle tecnologie digitali nell'ambito dell'Industria 4.0.

Un significativo contributo in tal senso è emerso durante la terza conferenza annuale del Global Forum on Productivity tenutasi in Canada [10]. Uno studio basato sull'analisi dei dati forniti da Eurostat ha rivelato che negli ultimi dieci anni c'è stata una notevole proliferazione di tecnologie digitali, tra cui spiccano l'Internet delle cose (IoT), la stampa 3D e la robotica avanzata, ma i dati evidenziano che nonostante queste tecnologie siano ora ampiamente disponibili e abbiano il potenziale per generare notevoli incrementi di produttività, la loro adozione da parte delle imprese sia ancora limitata. In particolare, si osserva che, mentre praticamente tutte le imprese sono connesse a Internet a banda larga, la diffusione di strumenti e applicazioni relativamente più avanzate è ancora in ritardo. Ad esempio, i tassi di diffusione medi di tecnologie come l'analisi dei big data sono attualmente solo al 12,2%.

Questo scenario solleva la riflessione sulla possibilità che l'Industria 4.0 sia un percorso in evoluzione, non ancora giunto a piena maturità.

1.3. Forze trainanti e sfide nell'adozione delle tecnologie digitali

Il processo di digitalizzazione della catena di approvvigionamento impone alle aziende manifatturiere diverse sfide a livello tecnologico, organizzativo e gestionale. L'analisi dei fattori che possono incentivare le aziende ad adottare le nuove tecnologie, così come dei potenziali ostacoli che potrebbero contrastare la loro implementazione, riveste un'importanza cruciale.

1.3.1. Fattori incentivanti

Le motivazioni che spingono all'adozione delle nuove tecnologie, come individuato nella letteratura di D. Horváth e R. Z. Szabó [11], sono:

- **Produttività ed efficienza:** per mantenere un vantaggio competitivo in contesti tradizionali, dove la rapidità delle consegne, l'efficienza produttiva e la qualità eccellente rivestono un'importanza cruciale, l'investimento nelle nuove tecnologie digitali consentirebbe alle imprese di potenziare la loro posizione sul mercato e di ottenere un vantaggio decisivo rispetto ai concorrenti. L'integrazione delle tecnologie dell'Industria 4.0 nei sistemi di produzione apre la strada ad ambienti produttivi caratterizzati da un significativo aumento di produttività e maggiore flessibilità. Attraverso queste innovazioni, diventa possibile attivare un efficiente processo di produzione di massa, portando a incrementi sostanziali nei volumi totali di produzione. Parallelamente, la maggiore flessibilità operativa consente alle aziende di rispondere con maggiore prontezza alle esigenze individuali dei clienti, aumentando la loro soddisfazione. Inoltre, il monitoraggio in tempo reale contribuisce a ridurre gli errori e i tempi di inattività delle macchine, aumentando ulteriormente l'efficienza complessiva delle operazioni.
- **Nuovi modelli di business:** in un contesto in cui la domanda di prodotti personalizzati, basati sulle aspettative e le esigenze dei consumatori, è in crescita, le nuove tecnologie offrono alle aziende l'opportunità di rivedere i loro modelli di business e rinnovare l'offerta di valore. Questo rinnovamento è reso possibile grazie alla maggiore connettività tra le imprese, che favorisce un'interazione più profonda tra fornitori e clienti. Questo, a sua volta, porta a un coinvolgimento più significativo dei clienti nei processi di progettazione e ingegneria dei prodotti, agevolato dall'utilizzo di avanzati strumenti di configurazione del prodotto. Questa convergenza con le esigenze dei clienti può portare all'adozione di nuovi modelli di business che sfruttano l'efficienza e la personalizzazione per ottenere notevoli vantaggi competitivi.

- **Redditività:** l'incremento della digitalizzazione nei processi produttivi comporterebbe diversi vantaggi finanziari, tra cui una notevole diminuzione dei costi relativi alla forza lavoro, alla gestione delle scorte e alle operazioni.
- **Carenza di manodopera:** la crescente scarsità di manodopera è emersa come uno dei principali motori all'adozione della trasformazione digitale. La diffusione su vasta scala delle tecnologie dell'Industria 4.0 ha l'obiettivo di assegnare ai dipendenti compiti ad alto valore aggiunto, liberandoli al contempo dalle attività di routine quotidiane e settimanali. Questa transizione permette ai lavoratori di concentrarsi su compiti che generano un valore notevolmente superiore, offrendo una soluzione strategica alla carenza di manodopera e contribuendo contemporaneamente a migliorare l'efficienza e la produttività aziendale.
- **Risparmio di energia e migliore sostenibilità:** In un'epoca in cui la sostenibilità e la responsabilità ambientale hanno acquisito una crescente importanza, l'Industria 4.0 si configura come una via verso un futuro aziendale più sostenibile e rispettoso dell'ambiente. Secondo uno studio condotto da Dubey [12], l'adozione dei principi e delle pratiche dell'Industria 4.0 non solo offre alle aziende l'opportunità di massimizzare il loro impatto sostenibile, ma fornisce anche gli strumenti essenziali per monitorare e ottimizzare il consumo di risorse, promuovendo così la produzione di beni e servizi più ecocompatibili.

1.3.2. Barriere all'implementazione

Le sfide principali evidenziate nei lavori di ricerca sull'Industria 4.0, come quelli condotti da Horváth e Szabó o da Cugno, Castagnoli e Büchi [13], comprendono:

- **Carenza di risorse finanziarie:** un'analisi empirica condotta da Müller et al. [14] su un campione di imprenditori tedeschi, ha evidenziato che l'attuazione delle tecnologie dell'Industria 4.0 è un processo particolarmente costoso. Ciò è dovuto ai considerevoli investimenti richiesti per l'acquisizione o la trasformazione di macchinari, alla necessità di acquisire nuove competenze e alla trasformazione organizzativa e gestionale necessaria. Inoltre, le tecnologie dell'Industria 4.0 comportano investimenti significativi con tempi di ammortamento e utilizzi futuri incerti.
- **Mancanza di personale qualificato:** l'integrazione dell'Industria 4.0 implica la necessità di competenze e conoscenze innovative, nonché di una forza

lavoro altamente qualificata capace di gestire l'interazione tra processi e flussi di informazioni. Di conseguenza, una delle sfide principali nell'attuare l'Industria 4.0 è rappresentata dalla carenza di personale interno qualificato.

- **Mancanza di informazioni esaustive riguardo alle potenzialità offerte dalle tecnologie dell'Industria 4.0:** un impedimento significativo all'implementazione è rappresentato dalla carenza di informazioni chiare riguardo ai benefici potenziali derivanti dall'integrazione delle applicazioni dell'Industria 4.0. Questa mancanza di chiarezza non solo rende difficile per le imprese comprendere appieno il valore e l'impatto positivo che l'Industria 4.0 può apportare alle loro operazioni aziendali, ma le scoraggia anche dall'effettuare gli investimenti necessari. Ciò comporta un rallentamento del processo decisionale e ostacola l'adozione delle innovazioni digitali.
- **Inerzia organizzativa:** l'inerzia organizzativa rappresenta la resistenza al cambiamento all'interno di un'organizzazione. Questo concetto enfatizza che, una volta che un'organizzazione ha stabilito processi, strutture o modelli operativi specifici, essa spesso manifesta una forte riluttanza verso qualsiasi modifica, prediligendo il mantenimento dello status quo. Superare l'inerzia organizzativa costituisce spesso una notevole sfida per le imprese che intendono introdurre innovazioni tecnologiche nell'ambito dell'Industria 4.0, questo perché le organizzazioni manifestano una marcata resistenza nell'adottare nuovi processi e nel dedicare le risorse necessarie all'integrazione di tecnologie avanzate nei loro consolidati modelli operativi.
- **Infrastrutture inadeguate:** le tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0, attraverso l'Internet of Things (IoT), favoriscono la formazione di reti virtuali per supportare le operazioni nelle smart factory. Affinché la connessione tra aziende, fornitori e clienti lungo la catena del valore e dell'approvvigionamento sia effettiva, diventa imprescindibile disporre di un'infrastruttura robusta, specialmente connessioni Internet a banda larga, che consentano la comunicazione istantanea tra gli attori coinvolti. L'esistenza di un'infrastruttura ICT si configura quindi come un prerequisito fondamentale per la trasmissione dei dati e l'integrazione dei sistemi nell'ambito dell'Industria 4.0.

2. Quadro globale delle politiche economiche per l'industria 4.0

L'innovazione nell'automazione industriale, scaturita dall'emergere dell'Industria 4.0, ha attirato l'attenzione dei leader politici in diverse nazioni avanzate. Le implicazioni economiche di questo fenomeno hanno spinto diverse amministrazioni nazionali a concepire strategie politiche mirate a favorire l'Industria 4.0, con l'obiettivo di conseguire e consolidare un vantaggio competitivo a livello nazionale in questo settore economico in espansione. La capacità dei governi di implementare politiche adeguate potrebbe agevolare un adattamento efficace dei paesi alle nuove condizioni tecnologiche generate da questo fenomeno.

Affrontando queste sfide, la stragrande maggioranza dei governi ha posto l'Industria 4.0 al vertice delle proprie priorità, attuando politiche su vasta scala per potenziare la produttività e la competitività. Pur perseguendo obiettivi comuni, tali politiche si differenziano per il loro design, gli approcci finanziari e le strategie di implementazione.

Di seguito, vengono presentate più approfonditamente alcune delle politiche economiche nel contesto dell'Unione Europea. Nello specifico, le iniziative adottate da Germania, Italia, Olanda, Danimarca e Svezia. Questa selezione è stata effettuata in base a specifiche caratteristiche distintive dei singoli paesi.

La scelta di includere la Germania, riconosciuta come pioniere nell'Industria 4.0, è volta a fornire una visione dettagliata sull'origine e sull'evoluzione di questa iniziativa, che non solo ha dato il nome al fenomeno ma si è anche affermata come una strategia di rilevanza nel contesto industriale contemporaneo.

La presentazione della politica economica italiana in questo contesto è motivata dalla volontà di offrire una visione esaustiva delle strategie attualmente adottate nel paese. Questa scelta si propone di delineare in modo dettagliato le direzioni intraprese e le attuali priorità economiche italiane.

L'iniziativa olandese si caratterizza per un approccio collaborativo basato su un partenariato pubblico-privato (PPP), gestito dall'Ufficio Programma Smart Industry. Questo partenariato coinvolge rappresentanti di diverse entità, sottolineando l'importanza di un approccio sinergico tra settore privato e pubblico per raggiungere obiettivi comuni, agevolando la condivisione di risorse, conoscenze e competenze. Una delle caratteristiche peculiari del programma è l'innovativo approccio regionale tramite i Fieldlabs. Questi laboratori pratici non solo fungono da spazi sperimentali per lo sviluppo tecnologico, ma sono ancorati nelle specifiche esigenze regionali, promuovendo la collaborazione tra imprese, istituzioni accademiche e scuole locali. Tale sinergia crea un ambiente che va oltre la mera

dimensione tecnologica, contribuendo in modo unico alla trasformazione del settore manifatturiero.

La scelta della Danimarca è stata guidata dalla sua particolarità nel non adottare una politica industriale esplicita, ma piuttosto nell'orientarsi principalmente verso l'offerta di servizi alle imprese. Questo approccio atipico fornisce stimoli intriganti per comprendere come un paese possa distinguersi nella promozione dello sviluppo economico, concentrandosi in modo accentuato sui servizi dedicati all'industria.

Da parte sua, la Svezia si caratterizza per la sua capacità di evoluzione strategica. Il passaggio tra le diverse iniziative evidenzia una flessibilità e un impegno costante nel perfezionare le proprie strategie.

Parallelamente, vengono dettagliate anche le strategie economiche messe in atto al di fuori dell'Unione Europea, specificatamente dalla Cina e dagli Stati Uniti d'America, riconosciuti come protagonisti fondamentali nella scena economica globale. L'esplorazione approfondita delle strategie economiche di entrambi i paesi non solo permette di cogliere le differenze ideologiche ed economiche che li caratterizzano, ma offre anche una visione più completa delle dinamiche che plasmano l'ambito globale ed economico.

2.1. Iniziative nell'Unione Europea

2.1.1. Germania

Nel marzo 2012, il governo tedesco diede il via al piano d'azione denominato "High-Tech Strategie Aktionsplans", progettato per concretizzare gli obiettivi delineati dalla "High-Tech Strategie 2020", varata nel luglio 2010. Il piano identificò 10 "Zukunftsprojekts", Progetti Futuri, ritenuti cruciali per realizzare i progressi tecnologici stabiliti entro 10-15 anni. Tra questi progetti, spiccava Industrie 4.0, focalizzato sull'integrazione dei Cyber-Physical Production Systems (CPPS) nelle aziende per stimolare lo sviluppo delle Smart Factories.

Nel mese di ottobre dello stesso anno, il Gruppo di Lavoro Industrie 4.0 presentò il suo rapporto contenente le raccomandazioni per l'implementazione del progetto Industrie 4.0 [15]. In tale contesto, emerse chiaramente la necessità di adottare una strategia duale per garantire il successo della trasformazione industriale verso l'Industria 4.0. Le due componenti principali di questa strategia erano il mantenimento della leadership dell'industria tedesca nel mercato globale, con l'obiettivo di diventare il principale fornitore di tecnologie di produzione intelligenti,

e l'identificazione e la promozione di nuovi mercati chiave dedicati ai Cyber-Physical Production Systems.

In aggiunta, venne evidenziata l'importanza di istituire la "Plattform Industrie 4.0" per garantire la continuazione efficace del progetto e facilitare la creazione di una solida comunità Industrie 4.0. Le 6.000 aziende affiliate ai consorzi BITKOM, VDMA e ZVEI risposero prontamente all'invito e nel corso dell'aprile 2013 decisero di avviare una collaborazione tematica che oltrepassasse i confini delle rispettive associazioni. Da questo impegno congiunto nacque ufficialmente la "Plattform Industrie 4.0", annunciata con enfasi durante l'"Hannover Messe" del 2013. Questa piattaforma rappresenta non solo un'infrastruttura tecnologica ma anche un'organizzazione che facilita l'integrazione e la collaborazione tra diverse aziende e sistemi nell'ambito dell'Industria 4.0. Si configura come un ambiente in cui le imprese e le organizzazioni coinvolte possono condividere informazioni, collaborare attivamente e implementare soluzioni tecnologiche condivise.

Nel 2015, il Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)³, in collaborazione con il Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)⁴, annunciarono un potenziamento della piattaforma. Nel corso del biennio 2015 - 2016, Industrie 4.0 si trasformò da un progetto consulenziale di riferimento a una piattaforma nazionale, incaricata di delineare le prospettive centrali della politica economica e della posizione della Germania come luogo di produzione. Tra il 2016 e il 2017, la piattaforma assunse un ruolo di primo piano nel contesto degli scambi internazionali su Industrie 4.0 [16].

A oggi, la piattaforma è gestita e presieduta dal BMWK⁵, precedentemente BMWi, nonché dal BMBF, con la partecipazione di rappresentanti di alto livello provenienti dall'industria, dalla scienza e dai sindacati.

I tre obiettivi principali di Plattform Industrie 4.0 [17]:

- **Fornire raccomandazioni:** i sei gruppi di lavoro costituiscono il pilastro tecnico e concettuale della piattaforma. Esperti provenienti da aziende, associazioni, consigli aziendali e accademie collaborano per sviluppare concetti, soluzioni e raccomandazioni pre-competitive su temi centrali dell'Industria 4.0. Questi ambiti includono aspetti cruciali come standardizzazione, sicurezza informatica, e le sfaccettature economiche,

³ Ministero per gli Affari Economici e l'Energia.

⁴ Ministero Federale Tedesco per l'Istruzione e la Ricerca.

⁵ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Ministero federale per gli affari economici e la protezione del clima.

legali e sociali dell'Industria 4.0. Il contributo di tali sforzi è fondamentale nel fornire linee guida pratiche e orientamenti essenziali, agevolando così un'efficace integrazione dell'Industria 4.0 nelle dinamiche aziendali.

- **Informare e orientare le imprese, specialmente le PMI:** la piattaforma fornisce e gestisce servizi di informazione e networking con l'obiettivo di diffondere le soluzioni Industrie 4.0 tra le aziende su scala nazionale. Attraverso una mappa online, la piattaforma fornisce una panoramica di oltre 350 esempi pratici su come Industrie 4.0 viene già praticata, incoraggiando le imprese a implementarla. Inoltre, "Industrie 4.0 Compass" offre una panoramica dei servizi di supporto disponibili a livello nazionale, aiutando le aziende a individuare le risorse adatte per guidarle nell'implementazione delle soluzioni digitali. In collaborazione con le camere di commercio e le associazioni di settore, come ZVEI, VDMA e Bitkom, la piattaforma organizza eventi volti a fornire assistenza, specialmente alle piccole imprese, durante la transizione verso il contesto di Industrie 4.0. Nel 2015, le aziende coinvolte nella Plattform Industrie 4.0, insieme alle associazioni VDMA, ZVEI e Bitkom, fondarono il Labs Network Industrie 4.0 (LNI 4.0) con l'obiettivo di sostenere le imprese tedesche nel ruolo di pionieri nella digitalizzazione. I membri di LNI4.0 godono dell'opportunità di conoscere, sperimentare e valutare la fattibilità tecnica ed economica di nuove tecnologie, innovazioni e modelli di business in centri di test dedicati all'Industrie 4.0.
- **Promuovere la cooperazione nazionale ed internazionale:** la piattaforma gestisce richieste sia nazionali che internazionali e mantiene stretti legami con iniziative globali, espandendo le relazioni con paesi come Cina, Giappone, Francia, Italia, USA, Repubblica Ceca e Australia. Partecipa attivamente a eventi nazionali e internazionali e collabora con organizzazioni come la Commissione dell'Unione Europea.

Parallelamente, il Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) promuove attivamente progetti di ricerca cooperativi precompetitivi. Tale iniziativa mira a dotare le imprese manifatturiere delle competenze necessarie per adattarsi prontamente alle dinamiche mutevoli del mercato. Viene posta un'attenzione particolare sulla promozione della collaborazione con le piccole e medie imprese (PMI), riconoscendo il loro ruolo cruciale nell'economia. Le sovvenzioni del BMBF sono indirizzate esclusivamente a progetti che coinvolgono partner impegnati nello sviluppo di prodotti, sistemi di produzione e servizi direttamente in Germania.

L'obiettivo è conseguire un'applicazione diffusa e immediata senza la necessità di ulteriori finanziamenti. Per le imprese commerciali, i finanziamenti si fondano sui costi progettuali ammissibili, con la possibilità di ottenere un sostegno finanziario fino al 50%, a seconda della pertinenza e dell'applicazione del progetto proposto [17].

Inoltre, dal 2015, l'iniziativa di finanziamento "Mittelstand 4.0", promossa dal Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), ha giocato un ruolo cruciale nell'accelerare il processo di digitalizzazione delle piccole e medie imprese (PMI) in Germania. Questa iniziativa ha portato alla creazione di una rete composta da 26 centri di competenza Mittelstand 4.0, distribuiti su base regionale e tematica. I centri di competenza Mittelstand 4.0 offrono una gamma completa di servizi, attentamente personalizzati e totalmente gratuiti, con l'obiettivo di fornire un sostegno concreto alle PMI nel loro percorso di trasformazione digitale. Oltre alle opportunità di sperimentazione, questi centri presentano una serie di esempi pratici che forniscono alle PMI il supporto pratico di cui hanno bisogno per affrontare con successo l'evoluzione digitale.

L'obiettivo principale della rete dei centri, ora denominata Mittelstand-Digital, è ampliare la comprensione generale della trasformazione digitale nelle aziende e agevolare l'adozione di applicazioni digitali, prestando particolare attenzione alle esigenze uniche delle PMI. Nel 2019, una delle evoluzioni più significative è stata l'espansione delle attività dei centri Mittelstand 4.0 nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale (IA). Questo ha comportato l'introduzione di esperti specializzati in IA, il cui ruolo chiave è quello di sensibilizzare le PMI sulle prospettive economiche e tecnologiche legate a questa tecnologia innovativa [17].

2.1.2. Italia

Il 21 settembre 2016, in seguito a un'indagine sull'Industria 4.0, il Governo presentò il Piano Nazionale Industria 4.0, un programma di interventi per sostenere l'innovazione tecnologica e la competitività delle imprese italiane. Le tre linee guida principali del governo per l'attuazione del piano erano: la neutralità nella scelta tecnologica, azioni orizzontali non limitate a settori specifici e l'attenzione ai fattori abilitanti [7].

Nel 2017-2018, il Piano Nazionale Industria 4.0 venne trasformato nel Piano Nazionale Impresa 4.0, con l'introduzione di ulteriori interventi.

In seguito, nel 2019, fu introdotto il piano Transizione 4.0, che comportò la revisione di alcune misure dell'Industria/Impresa 4.0, motivata sia dall'analisi dell'efficacia degli incentivi sia dalla necessità di concentrare maggiormente l'attenzione sull'innovazione sostenibile e orientarsi in modo più mirato verso la ricerca in settori cruciali del made in Italy, come il design e l'ideazione estetica [18]. La riforma, tenendo conto dei risultati ottenuti fino al 2017, ha portato a correzioni per rendere gli incentivi più accessibili e prolungarne la validità oltre il periodo inizialmente previsto, comportando un riassetto delle misure fiscali su una base di programmazione pluriennale. In particolare, con la Legge di Bilancio 2020, le agevolazioni offerte prima da iper e super ammortamento sono state modificate e raggruppate sotto un'unica voce, il credito d'imposta, applicabile agli investimenti in beni strumentali nuovi, sia materiali che immateriali.

Nello specifico, il super ammortamento prevedeva una supervalutazione del 130% per gli investimenti in beni strumentali nuovi acquistati o in leasing, con la possibilità di raggiungere il 140% per investimenti in beni strumentali immateriali come software e sistemi IT. L'iper ammortamento, invece, consisteva in una supervalutazione del 250% degli investimenti nei beni strumentali nuovi, dispositivi e tecnologie che supportano la trasformazione in chiave 4.0 dei processi produttivi. Le supervalutazioni sono meccanismi fiscali che consentono di aumentare il valore contabile di determinati beni ai fini fiscali. Ciò significa che il costo di acquisizione del bene viene considerato più alto di quanto effettivamente pagato. Aumentando tale costo del bene, si ottiene una maggiore deducibilità fiscale. Le aziende possono dedurre una percentuale del costo dai loro profitti imponibili nel corso del tempo utilizzando il meccanismo delle quote di ammortamento. Una deduzione fiscale più ampia significa una riduzione del reddito imponibile e, di conseguenza, una minore base imponibile su cui calcolare le tasse. Ciò significa, ad esempio, che per l'iper ammortamento, l'azienda poteva considerare il costo di acquisizione di un bene strumentale nuovo come se fosse 2,5 volte il costo effettivo.

I crediti d'imposta sono incentivi fiscali che consentono a un contribuente di ridurre direttamente l'importo delle imposte che deve pagare. A differenza delle deduzioni fiscali, che riducono il reddito imponibile, i crediti d'imposta agiscono direttamente sulla somma delle imposte da pagare. Nel contesto della transizione da iper e super ammortamento al credito d'imposta, come specificato sul sito del Ministero delle imprese e del Made in Italy [19], a tutte le imprese che effettuano investimenti in beni strumentali nuovi destinati a strutture produttive ubicate nel territorio dello Stato è riconosciuto un credito d'imposta alle seguenti condizioni:

- Beni strumentali materiali tecnologicamente avanzati (allegato A, legge 11 dicembre 2016, n. 232 - ex Iper ammortamento):
 - 20% del costo per la quota di investimenti fino a 2,5 milioni di euro
 - 10% del costo per la quota di investimenti oltre i 2,5 milioni di euro e fino al limite di costi complessivamente ammissibili pari a 10 milioni di euro
 - 5% del costo per la quota di investimenti tra i 10 milioni di euro e fino al limite di costi complessivamente ammissibili pari a 20 milioni di euro
 - 5% del costo per la quota di investimenti superiore a 10 milioni fino al limite massimo di costi complessivamente ammissibili pari a 50 milioni di euro degli investimenti inclusi nel PNRR, diretti alla realizzazione di obiettivi di transizione.
- Altri beni strumentali materiali (ex Super Ammortamento)
 - 6% nel limite massimo dei costi ammissibili pari a 2 milioni di euro.

Queste percentuali rappresentano la parte dell'importo degli investimenti che un'azienda può detrarre direttamente dall'ammontare delle imposte che è tenuta a versare. Il credito d'imposta può essere utilizzato in compensazione in tre quote annuali di pari importo. Significa che l'importo totale del credito d'imposta può essere utilizzato per ridurre l'ammontare delle tasse da pagare in tre anni fiscali successivi. Ad esempio, se l'investimento in beni strumentali materiali tecnologicamente avanzati ammonta a 2 milioni di euro, si otterrà un credito d'imposta di 400.000 euro. Questo importo può essere distribuito in tre rate annuali uguali di 133.333,33 euro ciascuna e utilizzato per ridurre l'importo delle tasse da pagare nei tre anni fiscali successivi. Il processo di accesso al credito d'imposta implica la presentazione di documentazione tecnica che attesti la natura e le specifiche dei beni strumentali, assicurando il rispetto dei requisiti per ottenere l'incentivo fiscale. La tipologia di documentazione varia in base alla categoria e al costo unitario dei beni, e deve essere firmata digitalmente dal legale rappresentante prima di essere trasmessa attraverso Posta Elettronica Certificata (PEC) al Ministero dello Sviluppo Economico. In contrasto, iper e super ammortamento operavano in modo automatico, consentendo all'azienda di aumentare le quote di ammortamento senza richiedere documentazione aggiuntiva o depositare domande, generando un beneficio fiscale senza ulteriori formalità.

In questo contesto, il potenziamento degli incentivi fiscali previsti dal Piano Transizione 4.0 deve essere inserito nel quadro più vasto degli obiettivi di

rafforzamento della competitività, della transizione ecologica e della sostenibilità ambientale delineati nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. La missione n.1 (Digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo) componente C.2 (Digitalizzazione, innovazione e competitività del sistema produttivo) del più ampio piano PNRR prevede un programma d'investimento volto a sostenere gli incentivi fiscali di Transizione 4.0, mirando a promuovere la trasformazione digitale delle imprese attraverso la stimolazione degli investimenti privati in beni e attività a favore della digitalizzazione.

A oggi, il Ministero dello Sviluppo Economico italiano propone diverse misure nell'ambito della sua strategia governativa per l'Industria 4.0. Queste iniziative, si raggruppano in diverse categorie [7]:

- **Crediti fiscali:**

- **Credito d'imposta:** il Ministero dello Sviluppo Economico presenta un Credito d'imposta articolato in diversi ambiti, ciascuno progettato per sostenere investimenti specifici e promuovere la crescita e l'innovazione nell'Industria 4.0:
 - **Investimenti in Beni Strumentali Nuovi:** incentiva l'acquisto di beni strumentali nuovi, con un'allocatione differenziata in base alla tipologia di beni, inclusi quelli immateriali, che contribuiscono alla trasformazione tecnologica nell'ambito dell'Industria 4.0.
 - **Ricerca e Sviluppo, Transizione Ecologica e Altre Attività Innovative:** offre uno sgravio fiscale per stimolare gli investimenti aziendali in settori cruciali come ricerca e sviluppo, transizione ecologica, innovazione tecnologica, paradigma 4.0, e altre attività innovative. Questo sostiene la crescita sostenibile e la diversificazione industriale.
 - **Spese di Formazione nel Settore delle Tecnologie 4.0:** favorisce gli investimenti delle imprese nella formazione dei dipendenti, promuovendo lo sviluppo di competenze specifiche legate alle tecnologie avanzate nell'Industria 4.0. L'obiettivo è agevolare l'adeguamento delle competenze dei lavoratori alle sfide tecnologiche emergenti, contribuendo così all'innovazione e alla competitività dell'industria italiana.

- **Agevolazioni fiscali**

- **Patent box:** il decreto fiscale del 2021 ha introdotto un nuovo quadro normativo in sostituzione della precedente disciplina del Patent box. Attualmente, le imprese possono usufruire di un beneficio fiscale aggiuntivo pari al 110% dei costi sostenuti per attività di ricerca e sviluppo legate a specifici beni immateriali.
- **ACE - Aiuto alla Crescita Economica:** l'ACE è un'agevolazione fiscale destinata a incoraggiare le imprese a potenziare il proprio capitale utilizzando fondi interni anziché affidarsi principalmente a prestiti o finanziamenti esterni. L'agevolazione consente alle imprese di dedurre una quota degli utili reinvestiti nel capitale aziendale dalla base imponibile, riducendo così l'importo delle tasse da pagare. In sostanza, le imprese possono beneficiare di un vantaggio fiscale quando decidono di utilizzare i loro profitti interni per sostenere la crescita e il consolidamento aziendale, promuovendo la solidità finanziaria senza incorrere in un onere fiscale completo su questa parte degli utili reinvestiti.

- **Sostegno agli investimenti:**

- **Nuova Sabatini:** importante strumento di agevolazione a livello nazionale dedicato alle micro, piccole e medie imprese (MPMI) in vari settori. La misura supporta l'acquisto o l'acquisizione in leasing di beni strumentali, materiali o immateriali, a uso produttivo. Offre alle MPMI accesso a finanziamenti agevolati per investimenti in beni strumentali, inclusi quelli ottenuti tramite leasing finanziario. Le agevolazioni comprendono finanziamenti concessi da banche e intermediari finanziari partecipanti, insieme ad un contributo del Ministero correlato agli interessi sui finanziamenti.

- **Finanziamenti diretti a progetti di investimento:**

- **Contratti di Sviluppo:** forniscono supporto per programmi di investimenti di grande portata. L'accesso a questo strumento è condizionato a investimenti significativi, con un minimo di 7,5 milioni di euro per progetti legati all'agricoltura, turismo o al recupero di strutture dismesse, e 20 milioni di euro per altri programmi.
- **Accordi per l'Innovazione:** finanziano progetti di ricerca industriale e sviluppo sperimentale volti alla creazione di nuovi prodotti, processi o servizi, o al significativo miglioramento di quelli esistenti, attraverso lo sviluppo di tecnologie abilitanti fondamentali (KETs). Questi progetti

richiedono spese non inferiori a 5 milioni di euro e una durata massima di 36 mesi.

- **Formazione:**

- **Voucher Innovation Manager:** agevola l'accesso delle piccole e medie imprese alla consulenza in innovazione da parte di professionisti qualificati. Questa consulenza è finalizzata a guidare e sostenere i processi di innovazione, trasformazione tecnologica e digitale delle imprese, utilizzando tecnologie abilitanti secondo il Piano nazionale Impresa 4.0. Le imprese possono presentare progetti di innovazione basati su tecnologie Industria 4.0 e, con il supporto di un Innovation Manager, ricevono un contributo in forma di voucher "de minimis".

- **Collaborazione:**

- **Centri di competenza ad alta specializzazione:** i centri di competenza sono partenariati pubblico-privati dedicati all'orientamento e alla formazione delle imprese su tematiche legate all'Industria 4.0. Svolgono una funzione di assistenza nell'implementazione di progetti di innovazione, ricerca industriale e sviluppo sperimentale, mirati a realizzare, soprattutto per le PMI, nuovi prodotti, processi o servizi, o a migliorarli, attraverso l'uso di tecnologie avanzate nell'ambito dell'Industria 4.0.

2.1.3. Olanda

L'iniziativa "Smart Industry" [20] nei Paesi Bassi si configura come una risposta strategica alla trasformazione portata dall'Industria 4.0, puntando ad accelerare la digitalizzazione, soprattutto nel settore manifatturiero, e a sfruttare appieno le opportunità derivanti dalle tecnologie digitali. L'introduzione dell'"Actieagenda" nel 2014 ha segnato l'inizio del programma Smart Industry, inizialmente focalizzato sulla consapevolezza e sull'accelerazione della digitalizzazione. Nel 2018, l'"Implementatieagenda" ha spostato il focus verso l'attuazione, mettendo l'accento sull'implementazione delle tecnologie I4.0 e sul continuo miglioramento della gestione del programma al fine di renderlo più efficiente.

Operando come programma di azione del partenariato pubblico-privato (PPP), il coordinamento dell'implementazione dell'iniziativa è affidato all'"Ufficio Programma Smart Industry", che riunisce rappresentanti di diverse entità. Tra

queste troviamo la Federazione dei Datori di Lavoro per l'Industria Tecnologica (FME), il Ministero degli Affari Economici e della Politica sul Clima (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat - EZK), il Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO), la Camera di Commercio (Kamer van Koophandel - KvK), rappresentanti delle Piccole e Medie Imprese (PMI), Isah Business Software (un'azienda specializzata nello sviluppo di software orientato all'industria manifatturiera) e, a partire dal 2019, Potentials for Tech Ventures (PTvT). Questo solido partenariato sottolinea l'importanza di un approccio collaborativo tra settore privato e pubblico per conseguire obiettivi condivisi.

Un aspetto chiave di Smart Industry è l'innovativo approccio regionale, concepito fin dalle prime fasi per favorire la collaborazione tra imprese e istituzioni accademiche. Spesso le aziende individuano promettenti opportunità, trovandosi però di fronte a sfide considerevoli, tra cui aspetti tecnologici, organizzativi e commerciali. Nonostante l'esistenza di una vasta conoscenza e tecnologia, queste risorse spesso non sono trasparenti né facilmente accessibili, rendendo l'attuazione di soluzioni innovative un processo eccessivamente complesso. A complicare ulteriormente la situazione, i costi legati all'adozione di queste soluzioni risultano spesso proibitivi per le singole imprese. Per affrontare queste complessità, il Team Smart Industry ha concepito una strategia innovativa all'interno dell'"Actieagenda", concentrando l'attenzione sui Fieldlabs. Questi laboratori pratici fungono da cuore pulsante in cui aziende e istituzioni accademiche collaborano per sviluppare, testare e implementare soluzioni Smart Industry in maniera mirata. Al di là della loro funzione di spazi sperimentali, i Fieldlabs costituiscono anche ambienti formativi in cui gli operatori acquisiscono competenze pratiche nell'applicazione di queste soluzioni innovative. La peculiarità dei Fieldlabs risiede nel loro radicamento regionale. Essi interpretano le specifiche esigenze delle imprese, specialmente delle PMI, rappresentando il settore industriale a livello regionale e affrontando le problematiche concrete del contesto. Questi laboratori cercano attivamente partenariati con istituzioni di conoscenza e dipartimenti universitari. Parimenti, si impegnano in partnership con le scuole locali, offrendo informazioni, possibilità di tirocinio e adeguamento dei programmi di studio per favorire una sinergia tra il mondo accademico e quello industriale.

L'importanza cruciale dei Fieldlabs va oltre la mera dimensione tecnologica, poiché mirano anche a fornire raccomandazioni politiche. Questi aspetti includono la promozione di scambi sicuri di dati, la tutela della proprietà intellettuale e la

gestione degli aspetti legali. Nel periodo 2015–2017, sono stati avviati con successo 31 Fieldlabs, ciascuno con un focus regionale, nazionale o internazionale [21].

L'implementazione di Smart Industry nei processi operativi e nelle catene di approvvigionamento è un compito complesso e impegnativo affidato direttamente alle imprese. Tuttavia, al fine di agevolare questo percorso verso l'innovazione e la trasformazione digitale, imprese e parti interessate beneficiano di un sostegno fondamentale da parte dei governi nazionali, regionali e internazionali attraverso una serie di strumenti finanziari strategici:

- **Credito d'Imposta WBSO (Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk):** questo incentivo fiscale è progettato per promuovere l'innovazione, la ricerca e lo sviluppo tecnologico nelle imprese. Il Credito d'Imposta WBSO stimola le imprese a investire in iniziative di ricerca e sviluppo, fungendo così da motore per l'innovazione tecnologica. La sua finalità è sostenere la competitività e la crescita aziendale, offrendo alle imprese una riduzione dei costi legati agli investimenti in queste attività cruciali [22].
- **Innovatiekrediet (Credito per l'Innovazione):** questo meccanismo di finanziamento, fornito dall'Agenzia olandese per l'Imprenditoria Innovativa (RVO), è volto a sostenere imprese coinvolte in progetti di sviluppo innovativo ad alto rischio e con una forte componente tecnologica [23].
- **Programma MIT (MKB Innovatiestimulering Topsectoren):** questa iniziativa è progettata per sostenere le piccole e medie imprese (PMI) promuovendo l'innovazione e la collaborazione aziendale nei settori chiave. Gli strumenti del programma MIT coprono una vasta gamma di esigenze delle PMI legate all'innovazione, fornendo finanziamenti, servizi di consulenza e supporto per la collaborazione e la ricerca e sviluppo [24].
- **Meccanismo di Supporto per i Fieldlab:** introdotta dal Ministero, questa forma di finanziamento è dedicata a sostenere i Fieldlabs, elementi chiave per lo sviluppo di Smart Industry.

2.1.4. Danimarca

La Manufacturing Academy of Denmark (MADE) rappresenta un fondamentale progetto nazionale formalizzato nel 2014. In quell'anno, imprese, fondazioni, associazioni e centri di ricerca scientifica e tecnologica unirono le forze, creando un'associazione indipendente con l'obiettivo di agevolare lo sviluppo di soluzioni manifatturiere innovative. Questo sforzo congiunto mirava a potenziare il settore

manifatturiero danese attraverso l'applicazione pratica della ricerca, lo sviluppo e l'innovazione [25].

MADE si pone come un'entità strategica che offre opportunità concretamente mirate alle aziende manifatturiere danesi, con un'attenzione particolare rivolta alle Piccole e Medie Imprese (PMI). L'iniziativa offre loro l'opportunità di partecipare attivamente a progetti dimostrativi e laboratori aperti, permettendo di sperimentare, valutare e mettere in pratica soluzioni innovative. Inoltre, MADE facilita la creazione di partnership di ricerca strategiche con aziende di maggiori dimensioni, aprendo nuove prospettive di collaborazione e apprendimento reciproco [26].

Per implementare con successo la sua visione, MADE ha creato tre ampi programmi collaborativi dedicati alla ricerca nel settore manifatturiero danese, ciascuno con uno specifico mandato per unire gli attori del settore manifatturiero danese e potenziare la produzione avanzata. Questi sono [27]:

- **MADE SPIR⁶ (2014–2018)**: si distinse come uno degli investimenti più rilevanti nella promozione della ricerca e dell'innovazione nel contesto della produzione industriale danese, costituendo il cuore pulsante dell'intera Manufacturing Academy of Denmark. MADE SPIR affrontò nove temi di ricerca specificamente mirati alle sfide del panorama manifatturiero danese. Attraverso queste aree tematiche, si impegnò attivamente nello sviluppo di nuove tecnologie e approcci gestionali avanzati, ponendo una solida base per l'evoluzione delle aziende manifatturiere danesi.
- **MADE Digital (2017–2020)**: fondato sulla solida base di MADE SPIR, l'iniziativa si concentrò principalmente sulla ricerca e sull'innovazione, con l'obiettivo di sviluppare un approccio danese all'Industria 4.0, rappresentando l'equivalente nazionale dell'Industrie 4.0 in Germania. MADE Digital sfruttò la tradizione consolidata di collaborazione e fiducia reciproca tra numerose imprese danesi che eccellevano a livello globale nei rispettivi settori svolgendo un ruolo cruciale nella trasformazione digitale del panorama manifatturiero danese.
- **MADE FAST⁷ (2020–2023)**: è stato ideato per supportare le imprese manifatturiere danesi nell'affrontare prontamente le nuove richieste dei

⁶ Strategic Platform for Innovation and Research

⁷ Flexible, Agile, and Sustainable production enabled by Talented employees

clienti, acquisire conoscenze sulle materie prime, introdurre soluzioni innovative e aumentare la produttività in maniera sostenibile ed efficiente.

Nell'ambito dei programmi MADE, le conoscenze, le tecnologie e le soluzioni innovative generate attraverso la ricerca accademica costituiscono il fondamento essenziale per ottimizzare processi, prodotti e servizi nel contesto industriale. Il cuore di questo approccio è la formulazione di soluzioni tecnologiche avanzate, appositamente progettate per affrontare concretamente le sfide quotidiane dell'industria manifatturiera.

Il processo di sviluppo di tali soluzioni avviene attraverso fasi di sperimentazione diretta sul campo, coinvolgendo attivamente le aziende partner. Questa collaborazione diretta con le imprese manifatturiere è di cruciale importanza per massimizzare l'applicazione pratica delle nuove tecnologie e garantirne l'efficacia nel contesto operativo reale. Oltre a coinvolgere attivamente le imprese manifatturiere, MADE si avvale della partecipazione delle RTOs (Research and Technology Organizations), che contribuiscono con la loro esperienza e competenza all'avanzamento delle tecnologie manifatturiere in Danimarca. Questa sinergia assicura un approccio completo e all'avanguardia nello sviluppo e nell'implementazione di soluzioni innovative. Una volta validate e ottimizzate, le soluzioni vengono attivamente diffuse a livello nazionale attraverso workshop, seminari e altri canali di comunicazione.

In questo processo, MADE riveste un ruolo centrale, agendo come catalizzatore chiave per l'adozione diffusa delle soluzioni. Il suo impegno nel colmare il divario tra la conoscenza avanzata e la sua applicazione pratica emerge come un elemento cruciale per favorire la crescita economica in Danimarca.

2.1.5. Svezia

Nel 2008, il governo svedese introdusse una nuova strategia di finanziamento della ricerca nota come "Strategiska forskningsområden" (SFO)⁸, con l'obiettivo di agevolare ampi investimenti nei settori della medicina, tecnologia e clima. Questa iniziativa portò al finanziamento di 20 aree di ricerca ritenute cruciali per la competitività internazionale della Svezia. Tuttavia, le SFO furono oggetto di critiche per la mancanza di una collaborazione efficace tra le università, principali

⁸ Aree di Ricerca Strategiche

destinatario dei finanziamenti pubblici, e l'industria, oltre alla società nel suo complesso.

In risposta a tali critiche, una proposta successiva introdusse le "Strategiska innovationsområden" (SIO)⁹ con l'obiettivo di rafforzare la collaborazione tra università, istituti di ricerca industriali, settore pubblico, società civile e altri attori. Vinnova, l'autorità svedese per l'innovazione, l'Agenzia per l'Energia e Formas, il consiglio governativo di ricerca per lo sviluppo sostenibile, furono incaricati dell'implementazione delle SIO.

Successivamente, tali agenzie avviarono il processo di sviluppo delle "Strategiska Innovationsagendor" (SIA)¹⁰. Pubblicate nel 2012 e nel 2013, le agende furono progettate per coinvolgere attivamente attori già presenti nel settore industriale e nella società, focalizzandosi sugli obiettivi delineati nella proposta del governo. In seguito, furono emessi finanziamenti per i "Strategiska Innovationsprogram" (SIP)¹¹ [28].

Per una comprensione più approfondita, le "Strategiska Innovationsagendor" rappresentano un'iniziativa collaborativa coinvolgente attori di spicco provenienti dai settori industriale, accademico e pubblico per l'identificazione delle esigenze e delle strategie necessarie per progredire in una specifica area di innovazione. Gli "Strategiska Innovationsprogram" sono stati concepiti con l'obiettivo di sostenere e implementare le "Strategiska Innovationsagendor", includendo progetti e altre attività mirate a contribuire alla realizzazione della visione e degli obiettivi definiti all'interno delle agende.

Nonostante l'origine di oltre 35 agende, soltanto un numero limitato ha fatto il passo successivo, evolvendo in veri e propri programmi SIP. Questo processo ha portato alla creazione di 16 programmi, sottolineando la convergenza di diverse agende in iniziative più concrete [29].

Vinnova rappresenta il fulcro finanziario di Produktion2030. Questo "Strategiskt Innovationsprogram", avviato nel 2013, si basa su quattro "Strategiska Innovationsagendor" specifiche, l'ultima delle quali è stata delineata nel 2018 con il nome "Make in Sweden 2030". L'origine di questo programma risale al 2012, quando è stata presentata la prima agenda sviluppata in collaborazione tra Svenska Produktionsakademien, un consorzio composto da dieci università, Swerea IVF, un

⁹ Aree di Innovazione Strategiche

¹⁰ Agende Strategiche di Ricerca ed Innovazione.

¹¹ Programmi Strategici di Innovazione.

gruppo di ricerca industriale, e istituti accademici di prestigio come Chalmers, KTH, insieme a IF Metall, un sindacato industriale [30].

La visione intrinseca di Produktion2030, chiaramente enunciata nell'agenda, è la creazione di un'industria manifatturiera svedese competitiva e sostenibile nel lungo termine. L'obiettivo generale di questo programma è elevare la competitività del settore manifatturiero svedese attraverso una collaborazione sinergica tra industria, istituzioni accademiche e centri di ricerca. Tale iniziativa trova infatti la sua forza nella stretta cooperazione tra le industrie ingegneristiche svedesi, le università e il sindacato IF Metall.

A partire dal 2016, il programma orientò la sua focalizzazione su due tendenze chiave del settore: l'espansione delle opportunità di digitalizzazione e l'aumento della domanda di prodotti e processi produttivi orientati alla sostenibilità ambientale e climatica [31].

Il fulcro del programma risiede nel sostegno finanziario ai progetti, con Vinnova che eroga fondi mediante diversi bandi di finanziamento, principalmente attraverso sovvenzioni.

Successivamente, nel gennaio del 2016, venne approvata la strategia nazionale "Smart Industri - en nyindustrialiseringsstrategi för Sverige" con l'obiettivo di potenziare le condizioni delle imprese di fronte alla rapida trasformazione dell'industria svedese. La strategia mirava anche a rispondere alla crescente necessità di rinnovamento legata alla sostenibilità, puntando a creare condizioni ottimali per lo sviluppo dell'industria e dei servizi industriali [32].

L'attuazione della strategia fu pianificata sulla base di quattro aree di focus:

- **Industria 4.0:** l'obiettivo era rendere le imprese dell'industria svedese leader nello sviluppo digitale e nell'utilizzo delle opportunità offerte dalla digitalizzazione.
- **Produzione sostenibile:** una maggiore ottimizzazione delle risorse, la considerazione dell'impatto ambientale e una produzione più sostenibile erano elementi cruciali per la creazione di valore, la generazione di occupazione e la competitività dell'industria.
- **Potenziamento delle competenze nell'industria:** il sistema di fornitura competenze doveva rispondere alle esigenze dell'industria e promuovere il suo sviluppo a lungo termine.
- **Testbädd Sverige:** lo scopo era che la Svezia si posizionasse come leader nella ricerca in settori volti a potenziare la produzione industriale di beni e servizi nel paese.

L'implementazione della strategia di nuova industrializzazione fu sostenuta da due piani d'azione adottati nel 2016 e nel 2017, sviluppati attraverso il dialogo con le parti sociali, le imprese e l'ambiente accademico. In entrambi i piani, il coinvolgimento del livello regionale venne enfatizzato come vitale per l'attuazione della strategia, riconoscendo il ruolo chiave delle regioni nella sua esecuzione [32]. Il governo svedese affidò a Tillväxtverket, Agenzia per la Crescita, il compito di promuovere e agevolare l'implementazione della strategia a livello regionale [33].

Questa agenzia fu, inoltre, incaricata di svolgere una serie di compiti e interventi nell'ambito di Smart Industri. Pur avendo scopi diversi, tali incarichi confluivano verso l'obiettivo generale di contribuire al rinnovamento e al potenziamento della capacità di adattamento delle imprese industriali e dei servizi correlati. I principali mandati includevano "Smart industri i regionerna", "Digitaliseringslyftet" e "Robotlyftet [34].

Il primo incarico governativo relativo a "Smart industri i regionerna" (SMIR 1.0) si svolse dal 2016 al 2018 con l'obiettivo di potenziare Smart industri a livello regionale attraverso attività di ristrutturazione, innovazione e aumento della competitività. Queste attività includevano l'analisi degli ostacoli e delle opportunità di ristrutturazione per le imprese industriali, nonché la diffusione delle informazioni sulla strategia nelle regioni del paese e il sostegno finanziario a progetti operanti nel contesto di Smart Industri. Nonostante SMIR 1.0 sia stato completato all'inizio del 2019, già all'inizio del 2018 l'incarico venne ampliato attraverso una nuova decisione governativa per rafforzare tale programma (SMIR 2.0) [34].

Il programma Robotlyftet, inaugurato nel 2018, si propone di agevolare il processo di automazione all'interno delle piccole e medie imprese (PMI) attraverso un potenziamento delle competenze nell'utilizzo di investimenti nelle soluzioni di automazione. Un elemento chiave di questa iniziativa è rappresentato dai finanziamenti diretti alle PMI, veicolati sotto forma di verifiche sull'automazione. Queste procedure permettono alle aziende di accedere a servizi finanziari, incentivando l'acquisizione di competenze avanzate, la mitigazione dei rischi e la promozione di innovativi concetti di sviluppo [35].

Digitaliseringslyftet rappresenta un'iniziativa svedese volta a sostenere e promuovere la digitalizzazione all'interno delle piccole e medie imprese (PMI) industriali e dei settori di servizi ad esse correlati. Le attività del programma, organizzate in diverse categorie, includono la promozione dell'avvio della digitalizzazione mediante incontri e iniziative di trasferimento di conoscenza, l'erogazione di servizi di supporto e consulenza (coaching) per agevolare il

processo di digitalizzazione all'interno delle aziende coinvolte, e l'attuazione di interventi specifici, sviluppo di metodologie e altre azioni tese a promuovere la digitalizzazione. Gli obiettivi complessivi di Digitaliseringslyftet sono incentrati sull'incremento della consapevolezza delle imprese riguardo al potenziale della digitalizzazione per migliorare la competitività, nonché sull'ampliamento delle capacità delle imprese partecipanti nel digitalizzare le proprie operazioni [36].

In risposta alla crescente importanza delle strutture di test e dimostrazione nello sviluppo avanzato di beni e servizi, il governo svedese ha inaugurato l'iniziativa "Testbädd Sverige" con l'obiettivo primario di ampliare le opportunità per testare soluzioni direttamente in Svezia, dimostrando un forte impegno nell'investire negli ambienti di innovazione presenti nel paese.

Il termine svedese "testbädd" si traduce letteralmente come "piattaforma di test". In un contesto più ampio, una testbädd rappresenta un ambiente, che può manifestarsi sia fisicamente che virtualmente, in cui imprese, istituzioni accademiche e altre organizzazioni collaborano per lo sviluppo, il test e l'implementazione di nuovi prodotti, servizi, processi o soluzioni organizzative [37]. L'idea cardine è quella di creare uno spazio in cui diverse parti interessate possano interagire e mettere alla prova le proprie innovazioni in condizioni controllate.

2.2. Iniziative in USA e Cina

Nell'ambito dell'adozione dell'Industria 4.0, Stati Uniti d'America e Cina si distinguono per approcci diversificati. Mentre negli Stati Uniti la mancanza di una strategia nazionale unificata ha dato vita a una serie di programmi e iniziative specifiche, anziché a un piano globale consolidato, la Cina ha adottato un approccio più centralizzato tramite la strategia "Made in China 2025" (MIC25), varata nel 2015. Questa iniziativa ambiziosa mira a collocare la Cina come superpotenza manifatturiera globale, concentrando particolare attenzione sulla riduzione della dipendenza da tecnologie straniere.

2.2.1. USA

A oggi, negli USA, non esiste una strategia nazionale unificata per l'integrazione, l'implementazione e l'istruzione nell'ambito dell'Industria 4.0. L'approccio all'Industria 4.0 negli USA è il risultato di vari programmi distinti.

Nel giugno del 2011, il Presidente Obama inaugurò l'Advanced Manufacturing Partnership (AMP) [38], un'iniziativa nazionale che coinvolse industria, università e

governo federale. Questa collaborazione mirava a identificare le sfide più urgenti e le opportunità di trasformazione, con l'obiettivo di migliorare tecnologie, processi e prodotti in svariati settori manifatturieri. Tale iniziativa delineò un modello di partnership pubblico-privato, fungendo da catalizzatore per promuovere la crescita dell'Industria 4.0.

Nel febbraio 2012, in adempimento alla Sezione 102 dell'America Competes Reauthorization Act del 2010, che assegnava al National Science and Technology Council (NSTC) il compito di formulare un piano strategico per orientare i programmi e le attività federali a favore della ricerca e sviluppo nell'ambito della manifattura avanzata, l'NSTC degli USA elaborò il proprio Piano Strategico Nazionale per la Manifattura Avanzata [39].

Questa strategia federale si proponeva di realizzare cinque obiettivi cruciali. I primi quattro rappresentavano componenti essenziali per sviluppare una strategia nazionale coesa. Essi richiedevano lo sfruttamento e il coordinamento degli investimenti federali attraverso partenariati con altri livelli di governo e istituzioni pubbliche, come le università, nonché con produttori e associazioni industriali e professionali.

Il quinto obiettivo, invece, affermava che per sfruttare appieno l'opportunità di promuovere e consolidare il settore manifatturiero avanzato della nazione, fosse imperativo aumentare il livello di investimento in "Research and Experimentation". Le azioni in linea con questo obiettivo includevano: potenziare e rendere permanente il credito d'imposta federale per Ricerca e Sperimentazione e incrementare gli investimenti federali nella manifattura avanzata. Tale strategia venne successivamente aggiornata nel 2018 e nel 2022.

Nel mese di luglio dello stesso anno, l'AMP emise il suo primo insieme di raccomandazioni, noto come "Report to the President on Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing" [40]. Tra le indicazioni fornite, si sottolineò con particolare enfasi la necessità di istituire la National Network of Manufacturing Innovation Institutes, una rete di istituti di ricerca volta a facilitare la trasformazione di scoperte scientifiche in prodotti o applicazioni di successo nel campo manifatturiero degli Stati Uniti d'America.

Nel dicembre del 2014, quasi tre anni dopo la proposta iniziale del Presidente Obama per l'istituzione del NNMI, il Congresso approvò il Revitalize American Manufacturing and Innovation Act (RAMI Act). Questa legge incaricò il Segretario del Commercio di istituire il Network for Manufacturing Innovation (NMI) Program

[41]. Le disposizioni della legge autorizzarono il NIST, il Dipartimento dell'Energia e altre agenzie a sostenere la creazione di istituti di ricerca regionali noti come Institutes for Manufacturing Innovation (IMI). Il programma includeva anche il funzionamento di una rete di tali istituti e l'istituzione di un National Program Office, per sovrintendere l'intero programma.

Ciascun IMI è specializzato in specifiche tecnologie chiave e opera come una partnership pubblico-privata, promuovendo la collaborazione tra industria, istituzioni accademiche, organizzazioni no profit e agenzie governative. Attraverso questi istituti, le parti interessate lavorano congiuntamente per accelerare l'innovazione e potenziare la competitività nazionale, investendo in prodotti e risorse di produzione avanzata che hanno rilevanza industriale e coprono diversi settori.

Nel settembre 2016, il Dipartimento del Commercio (DOC) ha ribattezzato l'NNMI con il nome "Manufacturing USA".

2.2.2. Cina

La strategia Made in China 2025 (MIC25) [42], varata nel maggio 2015, mira a trasformare la Cina in una superpotenza manifatturiera globalmente competitiva, riducendo al minimo la dipendenza da tecnologie straniere. Questa strategia rappresenta la fase iniziale di un piano triennale, con l'obiettivo di posizionarsi tra i principali paesi manifatturieri entro il 2025, conquistare la metà di questo gruppo entro il 2035 ed emergere come la principale superpotenza manifatturiera mondiale entro il 2049.

Sono stati individuati dieci settori chiave in cui la Cina mira a compiere significativi progressi e a creare imprese competitive su scala globale. Tuttavia, il paese si trova di fronte a una sfida unica nel perseguire l'Industria 4.0, rispetto agli altri paesi industrializzati. Mentre questi ultimi hanno seguito un percorso graduale attraverso le fasi industriali 3.0 e 4.0, molte industrie manifatturiere cinesi sono ancora fermamente ancorate alla fase 3.0, se non addirittura alla 2.0. Solo alcuni settori di punta possono considerarsi all'avanguardia al livello 4.0. L'iniziativa Made in China 2025 si pone l'obiettivo di colmare questo divario, richiedendo un approccio equilibrato che promuova la diffusione delle tecnologie 2.0, l'aggiornamento delle competenze alla fase 3.0 e una transizione efficace alla fase 4.0. Questo processo implica il rafforzamento delle capacità industriali di base, un miglioramento dell'integrazione complessiva e l'ampia adozione di processi di produzione

intelligente. Tutto ciò si accompagna allo sviluppo di nuovi modelli produttivi e all'accelerazione della digitalizzazione nell'ambito dell'industria manifatturiera [43].

Dall'introduzione di MIC25 a metà del 2015, la strategia ha fatto progressi significativi, transitando dalla fase di progettazione delle politiche a una concreta attuazione. La supervisione del "Leading Small Group for Establishing a Manufacturing Superpower" (LSG) ha guidato l'implementazione attraverso un insieme di documenti ufficialmente noti come "1+X". Questo sistema di politiche comprende il piano iniziale di MIC25 (indicato come "1") e dieci documenti supplementari che dettagliano l'implementazione (indicati come "X"). Con la pubblicazione del documento finale nel febbraio 2017, MIC25 ha effettivamente superato la fase di progettazione, passando alla concreta fase di attuazione.

L'approccio cinese nella realizzazione della strategia mira a trovare un equilibrio tra il coinvolgimento del settore privato e il controllo statale. In questo contesto, le aziende private svolgono un ruolo cruciale nell'attuazione di MIC25 e nello sviluppo dei settori ad alta tecnologia. Tuttavia, dal punto di vista del Partito Comunista Cinese, si richiede alle aziende private cinesi operanti nel settore tecnologico di allineare le proprie attività con gli obiettivi nazionali.

Adottando la stessa filosofia che ha caratterizzato la riforma economica del 1978, diverse città pilota sono state istituite per implementare con successo l'iniziativa Made-in-China 2025 (MIC2025). Nel mese di agosto del 2016, Ningbo è stata designata come la prima di queste città, scelta appositamente come luogo di sperimentazione per testare e perfezionare il piano pluriennale. Da allora, altre 30 città in tutto il paese hanno seguito l'esempio, diventando anch'esse fari di innovazione e sviluppo in linea con gli obiettivi di MIC2025.

Un passo significativo è stato compiuto nel 2018, quando si è dedicata particolare attenzione alla creazione delle "MIC25 National Demonstration Zones" (NDZs). Proposte inizialmente nel luglio 2017, queste rappresentano una versione potenziata delle città pilota. Le NDZs svolgono un ruolo esemplare nell'effettiva dimostrazione di come implementare e promuovere in modo ottimale la strategia MIC25. Queste zone non solo fungono da esempi concreti ma anche come punti di riferimento, dove l'attuazione della strategia MIC25 può essere accelerata e ottimizzata, tenendo conto delle specificità e delle competenze locali. Sono state concepite come uno dei principali strumenti per attuare un approccio che mira a coordinare centralmente l'attuazione dell'iniziativa a livello nazionale, garantendo allo stesso

tempo una differenziazione a livello regionale per sfruttare al meglio i vantaggi comparativi specifici di ciascuna regione.

Il governo cinese promuove attivamente lo sviluppo delle nuove tecnologie attraverso il sostegno finanziario e la stimolazione della domanda mediante regolamentazioni favorevoli e incentivi fiscali. La strategia Made in China 2025 è attuata mediante una varietà di strumenti finanziari, come programmi di compensazione assicurativa, agevolazioni fiscali e finanziamenti agevolati per le PMI, oltre a finanziamenti diretti per le zone dimostrative MIC25 e i progetti pilota. Banche di proprietà statale, come la China Construction Bank (CCB) e l'Industrial and Commercial Bank of China (ICBC), erogano fondi per i progetti chiave di MIC25. Il governo utilizza anche fondi nazionali di investimento per sostenere obiettivi strategici e promuovere lo sviluppo di settori chiave. Tuttavia, la disparità nell'accesso al capitale in un sistema finanziario dominato dalle banche di proprietà statale rimane un ostacolo per le imprese private che perseguono gli obiettivi di MIC25. Per migliorare l'efficienza e la coerenza nella suddivisione delle risorse finanziarie destinate ai progetti legati all'iniziativa, il governo cinese ha introdotto nuove procedure amministrative e linee guida. Inoltre, al fine di garantire una corretta assegnazione e un utilizzo ottimale dei fondi, è stato istituito un database specifico dedicato ai progetti MIC25. [44].

2.3. Analisi

2.3.1. Metodologia di raccolta e organizzazione dei dati

Emerge chiaramente che, oltre alla Germania, figura di spicco nell'Industria 4.0, diversi altri paesi hanno mostrato un crescente interesse nella messa in atto di questa innovazione industriale. L'analisi delle politiche nazionali, e in alcuni casi regionali, è stata condotta considerando esclusivamente stati dell'Europa occidentale, ma includendo nazioni extraeuropee come Cina, Regno Unito e USA, per un totale di 17 paesi e 20 iniziative. La decisione di non considerare gli stati dell'Europa orientale è giustificata dalla minore rilevanza in termini di obiettivi e budget associati alle iniziative legate all'Industria 4.0 in queste nazioni.

Lo scopo dello studio è condurre un'analisi comparata tra i vari piani di politica economica inclusi nell'indagine, al fine di approfondire la comprensione degli elementi comuni e delle differenze tra di essi.

L'acquisizione dei dati ha richiesto un'approfondita ricerca di documenti politici legati alle iniziative e ai loro strumenti, unita a una scrupolosa consultazione di articoli esplicativi relativi ai vari piani di politica economica. Successivamente, dopo la fase di raccolta dati, si è proceduto a organizzare le informazioni in una tabella, contenente i seguenti campi per ogni iniziativa:

- Il paese in cui l'iniziativa era stata implementata.
- Il nome specifico dell'iniziativa.
- L'anno di lancio dell'iniziativa.
- Gli obiettivi e il contesto in cui l'iniziativa operava.
- I beneficiari diretti o le parti interessate coinvolti nell'attuazione dell'iniziativa.
- I settori specifici dell'industria o dell'economia a cui l'iniziativa era rivolta.
- L'ente o l'organizzazione responsabile della coordinazione e dell'attuazione dell'iniziativa.
- Gli strumenti politici utilizzati per sostenere l'iniziativa.
- Le modalità attraverso le quali le imprese o gli attori interessati potevano accedere ai benefici o ai supporti offerti dall'iniziativa.
- Il totale delle risorse finanziarie spese nell'ambito dell'iniziativa.

La *Tabella 1* presenta l'elenco completo delle iniziative analizzate:

Tabella 1 - Iniziative di politica economica relative all'14.0

PAESE	ANNO	INIZIATIVA
Austria	2015	Verein Industrie 4.0 Österreich
Belgio	2012	Made Different
	2015	Digital Wallonia
Cina	2015	Made in China 2025
Cipro	2019	Nuova politica industriale 2019 - 2030
Danimarca	2014	Manufacturing Academy of Denmark
Finlandia	2018, 2020	Artificial Intelligence 4.0
Francia	2013, 2015	Industrie du Futur
Germania	2011	Industrie 4.0
Grecia	2020	Digital Transformation Bible 2020-2025
Irlanda	2019	Ireland's Industry 4.0 Strategy
Italia	2016	Piano Nazionale Transizione 4.0
Olanda	2015	Smart Industry
Portogallo	2017	Portugal Indústria 4.0
Regno Unito	2018	Made Smarter
Spagna	2015	Industria Conectada 4.0
USA	2012	A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing
	2014	National Network for Manufacturing Innovation
Svezia	2013	Produktion 2030
	2016	Smart Industri

2.3.2. Comparazione delle diverse iniziative politiche

Uno degli aspetti chiave dell'analisi consiste nell'approfondire i settori che sono oggetto delle iniziative legate all'Industria 4.0. Ciascun settore presenta sfide e opportunità uniche nell'adozione delle tecnologie digitali. La *Tabella 2* fornisce una panoramica dei settori che sono al centro delle politiche governative analizzate.

Tabella 2 – Settori destinatari dell'iniziativa

PAESE	INIZIATIVA	SETTORE A CUI È RIVOLTA
Austria	Verein Industrie 4.0 Österreich	La strategia è quella di coprire argomenti che non sono correlati a settori o tecnologie specifiche per garantire l'apprendimento intersettoriale [45].
Belgio	Made Different	L'obiettivo del piano d'azione Made Different è quello di rafforzare il settore manifatturiero delle Fiandre [46].
	Digital Wallonia	Digital Wallonia è un audace progetto finalizzato alla trasformazione dell'economia della Vallonia, una regione nel sud del Belgio, in una delle principali economie digitali [47].
Cina	Made in China 2025	Made in China 2025 rappresenta il piano per il primo decennio di attuazione della strategia volta a costruire una nazione forte attraverso lo sviluppo del manifatturiero. Al suo nucleo, la strategia definisce dieci settori prioritari, tra cui aerospaziale, robotica ed attrezzature energetiche, in cui la Cina vuole ottenere progressi significativi nei prossimi decenni [42].
Cipro	Nuova politica industriale 2019 - 2030	Nella fase di implementazione, l'iniziativa si focalizza su settori industriali chiave, tra cui il farmaceutico, l'alimentare, il settore delle costruzioni e l'economia circolare [48].
Danimarca	MADE	Il settore manifatturiero rappresenta il nucleo centrale dell'iniziativa, con una particolare enfasi sulla manifattura avanzata [25].
Finlandia	AI 4.0	Artificial Intelligence 4.0 è un programma progettato per accelerare l'adozione della Quarta Rivoluzione Industriale in vari settori aziendali chiave come l'industria manifatturiera, le industrie di processo, i servizi aziendali e il commercio [49].
Francia	Industrie du Futur	I primi due pilastri del piano Industrie du Futur sono sinergicamente dedicati alla creazione di un'offerta tecnologica per l'industria francese, alla sua diffusione nell'intero

		tessuto economico e all'accompagnamento personalizzato di ciascuna impresa nella sua modernizzazione e trasformazione [50].
Germania	Industrie 4.0	La "Piattaforma Industrie 4.0" mira a sviluppare una strategia di implementazione per Industrie 4.0 con un approccio intersettoriale [17].
Grecia	Digital Transformation Bible 2020-2025	La Grecia ha elaborato una strategia nazionale per la trasformazione digitale dell'intera società e dell'economia greca [51].
Irlanda	Ireland's Industry 4.0 Strategy	La strategia mira a sostenere aziende di qualsiasi dimensione nell'affrontare la trasformazione del settore manifatturiero [52].
Italia	Piano Nazionale Transizione 4.0	Il Piano Nazionale Industria 4.0 rappresenta un programma di interventi volti a sostenere l'innovazione tecnologica nel tessuto imprenditoriale italiano, con azioni orizzontali non limitate a settori specifici [18].
Olanda	Smart Industry	Il programma Smart Industry è concepito per favorire su ampia scala la digitalizzazione, concentrandosi in particolare sul settore manifatturiero [20].
Portogallo	Portugal Indústria 4.0	La strategia si propone di adottare un approccio di natura intersettoriale a livello strategico e nelle sue linee guida, promuovendo la collaborazione tra imprese di settori diversi al fine di favorire lo sviluppo e l'adozione di soluzioni e tecnologie legate all'I4.0 [53].
Regno Unito	Made Smarter	Made Smarter è stato istituito a seguito di una revisione focalizzata sull'analisi e il miglioramento del settore manifatturiero nel Regno Unito, proponendo quattro cambiamenti chiave specificamente mirati a indirizzare le sfide del settore [54].
Spagna	Industria Conectada 4.0	L'iniziativa Industria Conectada 4.0 coinvolge tutti i settori che compongono la mappa industriale spagnola, poiché ciascuno di essi riveste un ruolo intrinseco e occupa una posizione significativa nell'ambito dell'economia [55].
USA	A National Strategic Plan for AM	Entrambe queste iniziative si dedicano a garantire il futuro dell'industria manifatturiera negli USA, ponendo un'enfasi speciale sull'innovazione, l'istruzione e la promozione della collaborazione [39] [41].
	NNMI	

Svezia	Produktion 2030	Sia Produktion2030 che Smart Industri si concentrano sull'industria manifatturiera svedese, affrontando le principali tendenze del settore, come la crescente digitalizzazione e la richiesta di processi produttivi sostenibili dal punto di vista ambientale e climatico. Produktion2030 è focalizzato sull'industria [30] [32].
	Smart Industri	

L'avvento dell'Industria 4.0 ha dato vita a una vasta gamma di iniziative e strategie, ciascuna attentamente progettata per affrontare sfide specifiche e facilitare una trasformazione digitale efficace. Nel corso di tali iniziative, è emersa con chiarezza l'esigenza di impiegare strumenti capaci di sostenere in modo ottimale le imprese nella loro transizione. L'analisi approfondita condotta ha permesso di identificare con precisione gli strumenti associati a ciascuna iniziativa, categorizzandoli in otto raggruppamenti distinti in base alle loro caratteristiche principali.

Queste categorie sono:

1. **Bandi pubblici:** questa categoria si riferisce a iniziative promosse da enti pubblici attraverso l'emissione di bandi o avvisi pubblici. Le imprese interessate possono partecipare a competizioni di questo genere per accedere a finanziamenti, agevolazioni fiscali o altri tipi di supporto governativo.
2. **Strumenti fiscali:** includono misure di agevolazione fiscale, come crediti d'imposta o deduzioni fiscali, progettate per incentivare le imprese a investire in progetti legati all'Industria 4.0, contribuendo così alla loro sostenibilità finanziaria.
3. **Programmi di finanziamento:** sono iniziative organizzate da enti pubblici o privati con l'obiettivo di fornire risorse finanziarie a imprese o progetti specifici. Questi programmi sono progettati per sostenere attività quali ricerca e sviluppo, innovazione, digitalizzazione, e altri obiettivi strategici che contribuiscono alla crescita economica, all'adozione di nuove tecnologie e all'aumento della competitività delle imprese.
4. **Supporto mirato alle PMI:** comprende una serie di iniziative e programmi messi in atto per sostenere le Piccole e Medie Imprese (PMI) nel contesto dell'Industria 4.0. Queste iniziative sono progettate per fornire alle PMI assistenza al fine di facilitarne la transizione verso modelli di business più digitali e innovativi.

5. **Promozione delle startup:** questo raggruppamento include misure atte a sostenere lo sviluppo e la crescita delle startup, incoraggiando l'innovazione e l'adozione di tecnologie avanzate.
6. **Promozione dell'innovazione e della ricerca:** coinvolge iniziative che mirano a promuovere la collaborazione, stimolare in modo attivo le attività di ricerca e sviluppo, sperimentare nuove tecnologie e promuovere processi innovativi per favorire lo sviluppo aziendale.
7. **Public procurement:** coinvolge l'acquisto di beni e servizi da parte delle istituzioni pubbliche, sfruttando tale processo come leva per promuovere l'adozione di tecnologie legate all'Industria 4.0 da parte delle imprese.

La *Tabella 3* fornisce un'illustrazione della distribuzione di queste categorie di strumenti all'interno delle diverse iniziative analizzate nello studio.

Tabella 3 –Strumenti di supporto adottati dalle iniziative prese in esame

PAESE	INIZIATIVA	BANDI PUBBLICI	STRUMENTI FISCALI	PROG. DI FINANZIAMENTO	SUPP. PMI	PROM. START-UP	PROM.INNOVAZIONE E RICERCA	PUBLIC PROCUREMENT
Austria	Industrie 4.0 Österreich	X						
Germania	Industrie 4.0	X			X		X	
Svezia	Produktion 2030	X			X			
Belgio	Digital Wallonia	X		X	X	X		
Francia	Industrie du Futur	X	X					
Cina	Made in China 2025		X	X				
Irlanda	Ireland's Industry 4.0		X	X				
Italia	Piano Nazionale Transizione 4.0		X	X	X		X	
Olanda	Smart Industry		X	X	X		X	
USA	A National Strategic Plan for AM		X					
Finlandia	AI 4.0			X	X			X
Portogallo	Portugal Indústria 4.0			X	X			
Spagna	Industria Conectada 4.0			X	X	X		
Cipro	Nuova politica industriale 2019 - 2030			X				
Grecia	Digital Transformation Bible 2020-2025			X				
Regno Unito	Made Smarter			X				
Svezia	Smart Industri				X		X	
Belgio	Made Different						X	
Danimarca	MADE						X	
USA	NNMI						X	

A scopo illustrativo, si forniscono alcuni esempi di archetipi all'interno di ciascun raggruppamento, al fine di migliorare la comprensione della tipologia di strumento. Per un'analisi più dettagliata, si invita a consultare l'*Allegato 1*.

- **Bandi pubblici**

- **Austria:** "Digital Pioneers – dein digitales Jahr" è un programma della Plattform Industrie 4.0 finanziato dal Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)¹². Questo programma mira a coinvolgere donne tra i 17 e i 27 anni, offrendo loro l'opportunità di esplorare professioni digitali e tecniche. Il programma si suddivide in due moduli. Nel modulo 1, le partecipanti affrontano una fase di formazione di base della durata di 10 settimane, durante la quale acquisiscono competenze fondamentali in programmazione, innovazione e gestione dei progetti. Il modulo 2 prevede un periodo pratico di otto mesi presso un'azienda industriale. Le imprese industriali che partecipano al programma Digital Pioneers della piattaforma Industria 4.0 e che hanno una sede operativa o una filiale in Austria sono idonee a presentare domanda per il finanziamento. La sovvenzione è fornita sotto forma di contributi non rimborsabili sul totale della fattura e ammonta a un massimo di 5.000 EUR per dipendente [56].

- **Strumenti fiscali**

- **Olanda:** il Credito d'imposta WBSO (Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk) è un incentivo fiscale nei Paesi Bassi progettato per incoraggiare e sostenere l'innovazione, la ricerca e lo sviluppo tecnologico all'interno delle imprese. Questo beneficio fiscale permette alle imprese di ridurre l'onere fiscale complessivo, aiutandole a recuperare una parte dei costi investiti nell'innovazione e nella ricerca [22].

- **Programmi di finanziamento**

- **Portogallo:** IAPMEI, Agência para a Competitividade e Inovação, I.P., offre alle piccole e medie imprese una serie di incentivi divisi in tre categorie di azione:
 - Economia Digitale: gli incentivi sono erogati sotto forma di finanziamenti non rimborsabili, il che significa che le imprese

¹² Ministero federale per la protezione del clima, dell'ambiente, dell'energia, della mobilità, dell'innovazione e della tecnologia.

non devono restituire i fondi ricevuti, essenzialmente ricevendo questo sostegno a fondo perduto.

- **Innovazione Produttiva:** prevede un finanziamento ibrido, che combina una componente non rimborsabile e una rimborsabile. La parte non rimborsabile rappresenta una sovvenzione, mentre la parte rimborsabile può essere concessa come un prestito bancario.
- **Ricerca e Sviluppo:** gli incentivi sono di tipo non rimborsabile e coprono il 75% delle spese ammissibili, con un limite massimo di 15.000 €.

L'obiettivo di questi programmi è quello di rendere le PMI più competitive, consentendo loro di adottare nuove tecnologie, migliorare la loro produttività e sviluppare strategie di espansione internazionale [57].

- **Supporto mirato alle PMI**

- **Spagna:** la Spagna si è impegnata attivamente a sostenere le piccole e medie imprese (PMI) attraverso una serie di programmi chiave. Il programma "Activa Industria 4.0" si concentra sulla digitalizzazione e sulla trasformazione digitale delle PMI del settore manifatturiero, offrendo consulenza su misura per migliorare la loro efficienza digitale. Parallelamente, "Activa Crecimiento" è un programma dedicato a tutte le PMI che mira a identificare opportunità di sviluppo e a formulare piani di crescita personalizzati, che coprono diversi aspetti, dall'innovazione alle risorse umane, dalle operazioni al marketing e alla finanza. Inoltre, "ACTIVA Ciberseguridad" si concentra sulla sicurezza informatica e offre piani personalizzati per migliorare la protezione dei dati aziendali. Infine, il "Programa de Apoyo a los Digital Innovation Hubs" (PADIH) è progettato per supportare le PMI desiderose di adottare tecnologie innovative per potenziare la loro competitività. Le imprese di qualsiasi settore riceveranno assistenza dagli European Digital Innovation Hub (EDIH) spagnoli, che offriranno consulenza, formazione, sperimentazione tecnologica e aiuto nella ricerca di finanziamenti, promuovendo così l'innovazione e la crescita aziendale [58].

- **Promozione delle Start-up**

- **Belgio:** W.IN.G by Digital Wallonia è il fondo di investimento lanciato nell'ambito della strategia digitale Digital Wallonia. Gestito da SRIW

(Société Régionale d'Investissement de Wallonie), questo fondo specializzato è dedicato al finanziamento di startup a vocazione tecnologica, con un focus specifico sulla Deep Tech. W.IN.G sostiene le startup che sviluppano prodotti o servizi basati su tecnologie innovative, come intelligenza artificiale, blockchain o Internet delle cose, e che affrontano sfide cruciali in settori quali industria, energia, salute, spazio, agricoltura, trasporti, finanza, e altri. Per promuovere lo sviluppo di un solido ecosistema Deep Tech in Vallonia, W.IN.G ha creato un'offerta di finanziamento dedicata a queste attività. È stato costituito un comitato d'investimento specializzato che consente alle startup di ottenere finanziamenti fino a 2,5 milioni di euro, sotto forma di prestiti convertibili o capitale [59].

- **Promozione dell'innovazione e della ricerca**

- **Germania:** Labs Network Industrie 4.0 (LNI4.0) è un'iniziativa è orientata a supportare le imprese tedesche nella loro veste di pionieri della digitalizzazione. LNI4.0 offre un ambiente dedicato all'innovazione, in cui le aziende possono sperimentare e valutare nuove tecnologie, innovazioni e modelli di business in relazione all'Industrie 4.0. I membri hanno accesso a centri di test avanzati, strutture specializzate e risorse tecniche per condurre prove e dimostrazioni pratiche delle soluzioni digitali. Questi centri di test consentono alle imprese di valutare la fattibilità tecnica ed economica delle innovazioni, accelerando il processo di adozione delle tecnologie digitali [60].

- **Public procurement**

- **Finlandia:** nell'ambito del programma AI Business, gli attori pubblici, come le agenzie governative e le istituzioni pubbliche, hanno ricevuto finanziamenti dedicati per sostenere appalti pubblici innovativi. Questa iniziativa mirava a consentire alle agenzie governative di acquisire soluzioni avanzate basate sull'IA per migliorare i servizi pubblici. Questo includeva l'adozione di tecnologie e approcci innovativi per affrontare sfide specifiche e migliorare l'efficienza dei servizi [61].

In generale, le modalità attraverso le quali le imprese o gli attori interessati possono accedere ai servizi offerti possono avere un impatto significativo sull'innovazione. Un approccio equilibrato, caratterizzato da procedure trasparenti e valutazioni

basate su criteri oggettivi, tende a incentivare l'innovazione. Al contrario, procedure eccessivamente burocratiche o carenti di chiarezza possono costituire un ostacolo. Pertanto, è di importanza fondamentale progettare attentamente tali modalità al fine di massimizzare il potenziale innovativo degli attori coinvolti. Questo aspetto è stato preso in considerazione durante l'indagine, e l'*Allegato 2* illustra le procedure attraverso le quali alcuni dei paesi inclusi nello studio offrono accesso alle proprie iniziative e ai relativi servizi di supporto.

Per ottenere una visione completa delle diverse iniziative politiche in esame, è fondamentale esaminare le fonti di finanziamento che le sostengono e identificare se esse provengono da fonti esclusivamente pubbliche, esclusivamente private o da un mix delle due fonti. La *Tabella 3* fornisce una categorizzazione delle iniziative sulla base di tali modelli di finanziamento, consentendo di comprendere la natura del supporto economico a ciascuna iniziativa. Questo approccio è essenziale per delineare il contesto finanziario in cui le politiche sono implementate e per individuare le dinamiche di coinvolgimento dei settori pubblico e privato nella loro realizzazione.

Tabella 4 - Modalità di finanziamento

PAESE	INIZIATIVA	FINANZIAMENTO PUBBLICO	FINANZIAMENTO PRIVATO
Cina	Made in China 2025	X	
Cipro	Nuova politica industriale 2019 - 2030	X	
Finlandia	AI 4.0	X	
Grecia	Digital Transformation Bible 2020-2025	X	
Irlanda	Ireland's Industry 4.0 Strategy	X	
Italia	Piano Nazionale Transizione 4.0	X	
Belgio	Made Different		X
Austria	Verein Industrie 4.0 Österreich	X	X
Belgio	Digital Wallonia	X	X
Danimarca	MADE	X	X
Francia	Industrie du Futur	X	X
Germania	Industrie 4.0	X	X
Olanda	Smart Industry	X	X
Portogallo	Portugal Indústria 4.0	X	X
Regno Unito	Made Smarter	X	X
Spagna	Industria Conectada 4.0	X	X
USA	A National Strategic Plan for AM	X	X
USA	NNMI	X	X
Svezia	Produktion 2030	X	X
Svezia	Smart Industri	X	X

Parallelamente, risulta essenziale esaminare chi siano i promotori/responsabili delle iniziative al fine di comprenderne la governance sottostante e valutare la possibile partecipazione di attori diversificati nella concreta implementazione delle politiche. La *Tabella 5* mette in evidenza la tipologia di figure incaricate della coordinazione delle iniziative, con l'obiettivo di cogliere le dinamiche operative e le sinergie tra le diverse entità. Per un'analisi più dettagliata delle effettive figure coinvolte, si rimanda all'*Allegato 3*.

Tabella 5 - Entità responsabili della coordinazione delle iniziative

PAESE	INIZIATIVA	ENTITÀ RESPONSABILI
Cina	Made in China 2025	Ente governativo
Cipro	Nuova politica industriale 2019 - 2030	Ente governativo
Finlandia	AI 4.0	Ente governativo
Germania	Industrie 4.0	Enti governativi
Irlanda	Ireland's Industry 4.0 Strategy	Ente governativo
Italia	Piano Nazionale Transizione 4.0	Ente governativo
USA	A National Strategic Plan for AM	Ente governativo
USA	NNMI	Ente governativo
Svezia	Smart Industri	Ente governativo
Portogallo	Portugal Indústria 4.0	Ente privato ed ente governativo
Danimarca	MADE	Ente governativo e aziende private
Regno Unito	Made Smarter	Ente governativo e aziende private
Spagna	Industria Conectada 4.0	Ente governativo e aziende private
Grecia	Digital Transformation Bible 2020-2025	Enti governativi e istituzioni subordinate
Olanda	Smart Industry	Enti governativi, associazioni industriali, organizzazioni di ricerca e aziende private
Austria	Verein Industrie 4.0 Österreich	Enti istituzionali, organizzazioni sindacali, associazioni industriali, istituzioni accademiche, organizzazioni di ricerca e aziende private.
Belgio	Made Different	Federazione industriale e organizzazione di ricerca
Belgio	Digital Wallonia	Ente istituzionale
Francia	Industrie du Futur	Istituzioni accademiche, organizzazioni di ricerca, organizzazioni professionali e istituzioni finanziarie
Svezia	Produktion 2030	Associazione industriale e associazione governativa

2.3.3. Considerazioni e classificazioni sui risultati ottenuti

L'ambito dell'innovazione è plasmato da un intricato intreccio di approcci politici, ognuno riflettente una filosofia distintiva nei confronti dell'intervento governativo. In questo panorama, emergono due paradigmi fondamentali: la direzionalità e la neutralità.

La direzionalità nella politica dell'innovazione si configura come un approccio strategico, una decisione ponderata da parte dei decisori politici di orientare attivamente gli sforzi innovativi in direzioni specifiche. In termini più semplici, la direzionalità implica la promozione di innovazioni orientate a un preciso cambiamento pianificato, anziché consentire uno sviluppo casuale o indiscriminato. Questo coinvolgimento attivo si riflette nell'allocazione mirata di risorse, nella definizione di priorità e nella creazione di un ambiente favorevole a settori, tecnologie o sfide predefinite.

In contrasto, la neutralità nella politica dell'innovazione adotta un approccio più distante. I responsabili delle politiche mirano a minimizzare l'intervento governativo, creando un ambiente che permetta all'innovazione di sbocciare in modo organico. L'accento è sulla riduzione delle barriere all'ingresso, sulla creazione di un terreno di gioco equo e sulla fiducia nel libero gioco delle forze di mercato e degli innovatori per determinare la direzione e gli esiti dell'innovazione.

Considerando tali premesse e le informazioni precedentemente esaminate e sintetizzate, si prospetta la possibilità di classificare le diverse iniziative politiche nel contesto dell'innovazione.

Nella *Tabella 6* sono rappresentati i molteplici aspetti che caratterizzano le politiche prese in esame. Le colonne, in particolare, includono:

- **Settoriali:** politiche indirizzate a uno specifico settore industriale.
- **Attori specifici:** politiche orientate verso attori particolari.
- **Tecnologia specifica:** politiche concentrate su una determinata tecnologia.
- **Neutrali:** politiche volte a creare un ambiente favorevole all'innovazione senza indirizzare esplicitamente gli sforzi verso settori, tecnologie o attori specifici.
- **Direzionalità:** adozione di politiche che guidano attivamente lo sviluppo tecnologico in una direzione specifica.
- **Ricerca & Sviluppo:** politiche che forniscono strumenti finanziari di supporto mirati a promuovere la ricerca e lo sviluppo.

- **Promozione di innovazione e ricerca:** presenza di iniziative collaborative finalizzate a stimolare attivamente le attività di ricerca e sviluppo, sperimentare nuove tecnologie e promuovere processi innovativi per favorire lo sviluppo aziendale.
- **Competenze:** strumenti volti a potenziare le competenze dei lavoratori e la formazione dei manager.
- **Approccio collaborativo:** coinvolgimento di una varietà di entità collaborative nella gestione dell'iniziativa.
- **Sostegno finanziario:** qualsiasi forma di assistenza o aiuto che coinvolge l'allocazione e l'utilizzo di risorse economiche per sostenere le imprese.
- **Copertura regionale:** istituzione di programmi con copertura non nazionale, ma bensì regionale.

Questa suddivisione è finalizzata a fornire un quadro esaustivo delle caratteristiche distintive delle politiche, consentendo un'analisi approfondita e una comprensione più nitida degli elementi comuni e delle differenze.

Tabella 6 - Categorizzazione elementi di comunanza delle iniziative politiche

PAESE	INIZIATIVA	SETTORIALI	ATTORI SPECIFICI	TEC. SPECIFICA	NEUTRALI	DIREZION.	R&S	PROM. INN & RIC	COMP. E FORMAZ.	APP. COLLAB.	SOST. FINANZ.	COPERTURA REG.
Austria	Industrie 4.0 Österreich				X				X	X	X	
Francia	Industrie du Futur				X					X	X	
Portogallo	Portugal Indústria 4.0		X				X			X	X	
Spagna	Industria Conectada 4.0		X				X		X	X	X	
Belgio	Digital Wallonia		X								X	X
Regno Unito	Made Smarter	X	X						X	X	X	X
Finlandia	AI 4.0	X		X		X	X				X	
Belgio	Made Different	X							X	X		X
Danimarca	MADE	X						X	X	X		
USA	NNMI	X						X	X			
Olanda	Smart Industry	X				X	X	X		X	X	
Germania	Industrie 4.0				X			X			X	
Italia	Piano Naz. Transiz. 4.0				X		X	X	X		X	
Svezia	Smart Industri	X				X		X	X		X	
Svezia	Produktion 2030	X					X			X	X	
Cina	MIC 2025	X				X					X	
Grecia	Digital Transformation Bible				X						X	
USA	National Strategic Plan for AM	X									X	
Cipro	Nuova politica industriale	X									X	
Irlanda	Ireland's Industry 4.0	X					X				X	

Sulla base delle informazioni riportate nella *Tabella 6*, è possibile effettuare una prima categorizzazione delle diverse iniziative. Nello specifico, all'interno della suddivisione denominata "Attori specifici" sono stati contemplati i paesi che forniscono assistenza in modo predominante o esclusivo alle piccole e medie imprese (PMI).

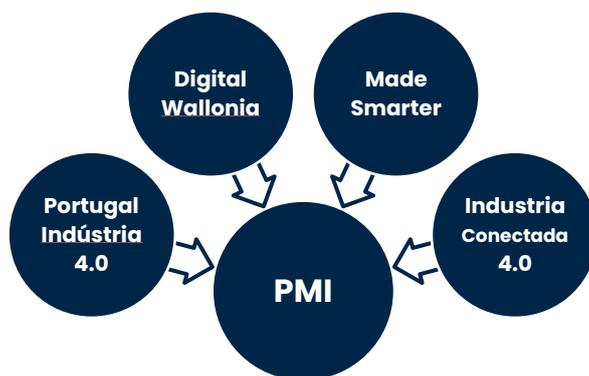


Figura 1 - Politiche focalizzate su attori specifici

Questa focalizzazione riflette la consapevolezza dell'importanza strategica delle Piccole e Medie Imprese (PMI) nell'ambito economico. Le PMI, unanimemente riconosciute come pilastri fondamentali dell'economia, giocano un ruolo chiave nella promozione dell'innovazione, nella generazione di opportunità occupazionali e nel favorire la crescita economica.

È altresì rilevante enfatizzare che Belgio e Regno Unito si distinguono in maniera significativa per un'altra caratteristica condivisa. A differenza di numerose altre iniziative che si estendono su tutto il territorio nazionale, le politiche adottate in questi due paesi risultano invece circoscritte a regioni specifiche.

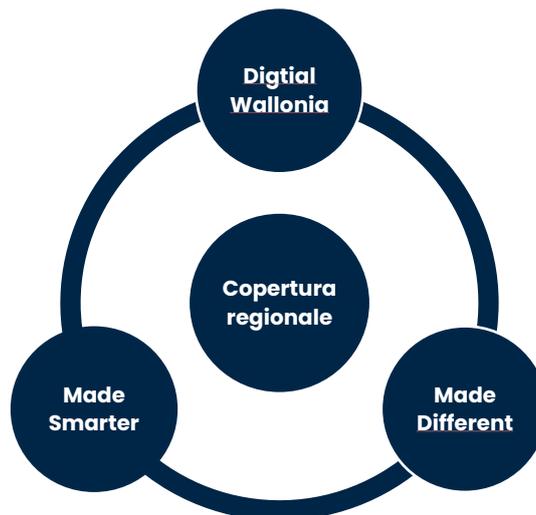


Figura 2 - Politiche con copertura esclusivamente regionale

Al fine di garantire una diffusione efficace delle nuove tecnologie su scala nazionale, diventa imperativo replicare i successi ottenuti attraverso tali iniziative anche nelle altre regioni, assicurando così un impatto omogeneo e pervasivo sull'intera nazione. In questa prospettiva, risulta cruciale sottolineare che nel 2017 l'iniziativa Made Different, originariamente lanciata nelle Fiandre, è stata estesa anche in Vallonia, dando vita a "Made Different Digital Wallonia". Tale programma, orientato a sensibilizzare e sostenere le imprese manifatturiere durante la transizione verso l'industria 4.0, ha enfatizzato la promozione di una diffusione su vasta scala delle iniziative di trasformazione industriale in tutto il Belgio.

Nel proseguo dell'analisi, è rilevante notare come il criterio di "direzionalità" sia stato identificato esclusivamente per tre iniziative.

L'attribuzione del criterio di direzionalità alle politiche che evidenziano un chiaro orientamento verso settori o tecnologie specifiche rappresenta un elemento chiave nel panorama delle politiche di innovazione. Tuttavia, è cruciale notare che questa designazione, effettuate sulla base delle informazioni emerse dalla ricerca condotta, è stata riservata solo a politiche che, oltre a manifestare un chiaro intento di guidare gli sforzi innovativi in direzioni specifiche, hanno anche concretamente tradotto tali dichiarazioni attraverso strumenti politici adeguati. Come sottolineato da Foray [62], la mera dichiarazione di intenti non è sufficiente. La vera sfida consiste nell'effettiva attuazione di questa direzionalità, rendendo cruciali la progettazione e l'efficace utilizzo degli strumenti politici. Tali strumenti devono non solo stabilire le priorità, ma anche guidare attivamente gli sforzi innovativi.

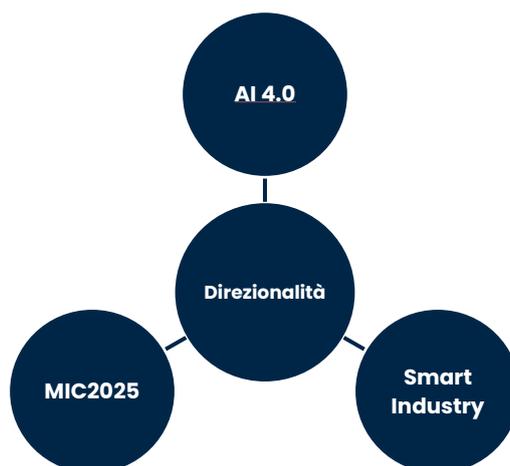
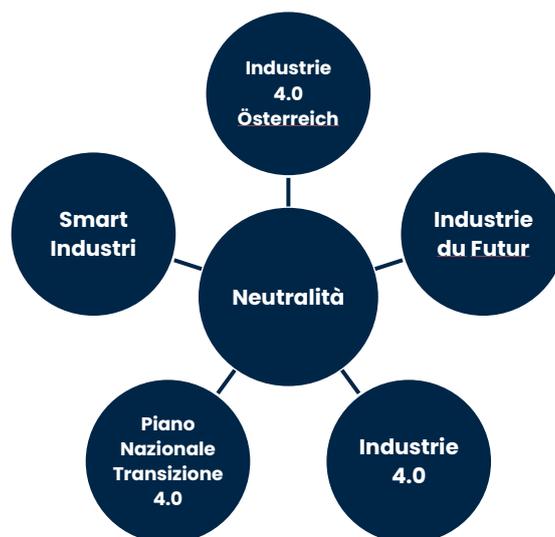


Figura 3 - Politiche e direzionalità

Un esempio di una politica innovativa direzionale è rappresentato dalla Finlandia. Il paese ha abbracciato un approccio proattivo focalizzato sull'intelligenza artificiale, posizionandola al centro della sua trasformazione digitale. Questa direzionalità si concretizza in una strategia mirata a guidare l'innovazione verso obiettivi specifici, affrontando la limitata presenza digitale. L'impegno attivo e mirato si manifesta attraverso un forte sostegno all'intelligenza artificiale, visibile anche negli strumenti di supporto adottati, attentamente calibrati per promuovere l'implementazione specifica di questa tecnologia.

In un contesto differente, emerge chiaramente come il concetto di neutralità non sia applicabile all'iniziativa Made in China 2025 (MIC25). La sua direzionalità specifica si traduce nell'esplicito intento di trasformare la Cina in una superpotenza manifatturiera globale attraverso progressi significativi in settori chiave e la riduzione della dipendenza da tecnologie straniere. Questo orientamento preciso è evidente nella creazione di città pilota e "MIC25 National Demonstration Zones" (NDZs), che fungono da laboratori sperimentali in cui le politiche industriali di MIC25 vengono adattate alle esigenze locali. Questa scelta strategica conferisce una direzionalità mirata all'iniziativa, permettendo una personalizzazione raffinata delle politiche in base alle specificità regionali. In questo modo, la direzionalità di MIC25 si manifesta nell'accelerazione e nell'ottimizzazione dell'implementazione della strategia su scala nazionale, considerando le dinamiche regionali e le specificità locali.

D'altro canto, va sottolineato che l'attributo della neutralità è emerso come caratteristica distintiva esclusivamente in cinque delle iniziative oggetto di esame.



In altre parole, sebbene molte delle politiche e delle azioni si orientino specificamente verso settori, tecnologie e attori designati, in cinque di queste iniziative si è manifestata in maniera chiara l'intenzione di mantenere un approccio neutrale o imparziale. Tale predisposizione mira a creare un contesto più aperto, considerando non solo ambiti specifici, ma promuovendo simultaneamente l'equità e la partecipazione di tutte le diverse parti interessate.

Nel procedere con un'ulteriore categorizzazione delle politiche esaminate, risulta essenziale considerare attentamente il rischio derivante dall'"errore del pianificatore onnisciente". Lungo il corso della storia, politiche improntate al fissare priorità e obiettivi mediante una pianificazione centralizzata hanno spesso generato inefficienze e, nella maggior parte dei casi, si sono dimostrate incapaci di stimolare dinamismo e innovazione. Quando si pianifica centralmente senza una comprensione completa delle dinamiche locali e delle sfide imprenditoriali specifiche, sussiste il rischio di prendere decisioni poco adeguate o limitatamente adattabili alle realtà locali. Questo scenario può generare inefficienze e ostacoli nel conseguire gli obiettivi stabiliti, in quanto le decisioni centralizzate potrebbero non considerare appieno la complessità e le difficoltà specifiche di ciascun contesto. La necessità di orientare le decisioni sulla conoscenza locale e sulle dinamiche imprenditoriali rappresenta una soluzione a questo problema. In un contesto decentralizzato, dove le informazioni sono distribuite tra gli attori locali, il processo decisionale può adattarsi in modo più efficace alle esigenze specifiche di ciascun contesto.

Questo richiama l'importanza di un approccio basato sulla collaborazione, in cui le parti interessate giocano un ruolo attivo nel processo decisionale.

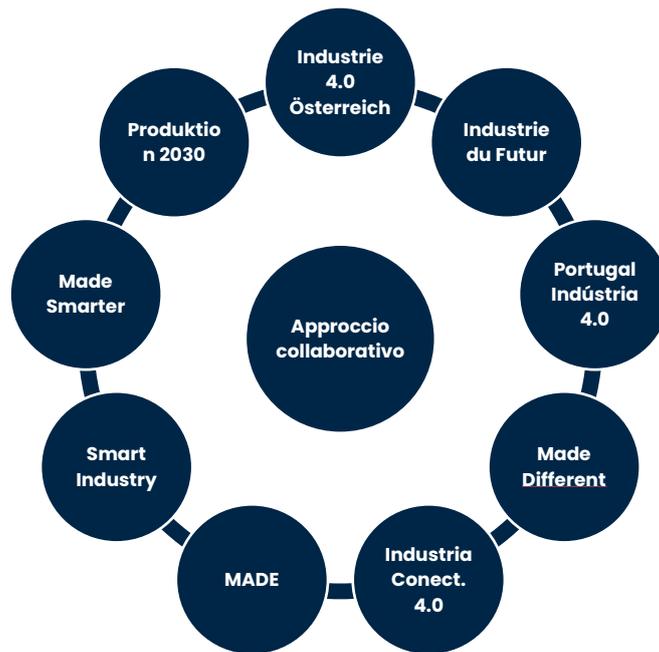


Figura 4 - Politiche gestite tramite approccio collaborativo

Tuttavia, un'analisi più approfondita delle iniziative collaborative rivela delle differenze.

La ricerca ha rivelato che i paesi di Belgio e Danimarca, non hanno implementato delle vere e proprie politiche industriali, bensì, attraverso vari tipi di istituti, offrono principalmente servizi alle imprese. Seppur orientate alla collaborazione, si distinguono per la loro esclusiva offerta di supporto volto a stimolare in modo attivo le attività di ricerca e sviluppo, la sperimentazione di nuove tecnologie e la promozione processi innovativi per favorire lo sviluppo aziendale. In contrasto, tra le altre iniziative categorizzate, alcune oltre ad offrire un supporto pratico, concedono altresì l'opportunità di beneficiare di sostegno finanziario. Ad esempio, Smart Industry nei Paesi Bassi, guidata da un partenariato pubblico-privato (PPP), offre non solo assistenza, ma include anche la possibilità di usufruire di agevolazioni fiscali e finanziamenti per progetti di ricerca innovativi.

Queste divergenze mettono in evidenza la complessità dell'implementazione di politiche industriali a livello nazionale rispetto alla fornitura diretta di servizi alle imprese. Gestire un programma nazionale richiede un impegno considerevole e una pianificazione accurata, con conseguenti oneri amministrativi, logistici e costi associati alla pianificazione e all'implementazione di politiche a lungo termine. Mentre l'approccio di Belgio e Danimarca può offrire una risposta più diretta alle esigenze delle imprese senza la necessità di gestire un'ampia struttura nazionale, è

importante notare che ciò potrebbe anche limitare l'ampiezza d'azione e l'impatto a livello sistemico rispetto a politiche più ampie.

Considerando le informazioni esposte riguardo al Belgio e alla Danimarca, possibile evidenziare come il programma National Network of Manufacturing Innovation Institutes (NNMI) negli USA adotti un approccio analogo.

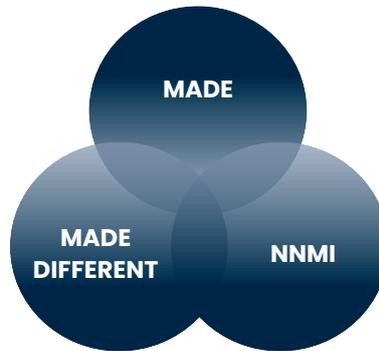


Figura 5 - Iniziative focalizzate sull'esclusiva fornitura di servizi

La Manufacturing Academy of Denmark, Made Different e NNMI condividono l'approccio esclusivamente orientato alla fornitura di servizi alle imprese, senza alcun sostegno finanziario. Tuttavia, è importante sottolineare una distinzione riguardo all'approccio territoriale. Mentre negli USA esiste una rete di istituti regionali distribuiti sul territorio (Manufacturing USA), il programma belga (Made Different) è concentrato sulla regione delle Fiandre, mentre la Manufacturing Academy of Denmark (MADE) opera su scala nazionale, coprendo l'intera Danimarca. Inoltre, per quanto riguarda gli USA, l'approccio collaborativo non si estende alla gestione dell'intera iniziativa, coordinata da un ente governativo, bensì si manifesta a livello dei singoli istituti. Questi istituti, infatti, si configurano come collaborazioni tra l'industria, il mondo accademico e i partner governativi.

Le colonne in *Tabella 6* intitolate "Ricerca & Sviluppo" e "Promozione di innovazione e ricerca", permettono di individuare un cluster orientato ad agevolare queste attività.

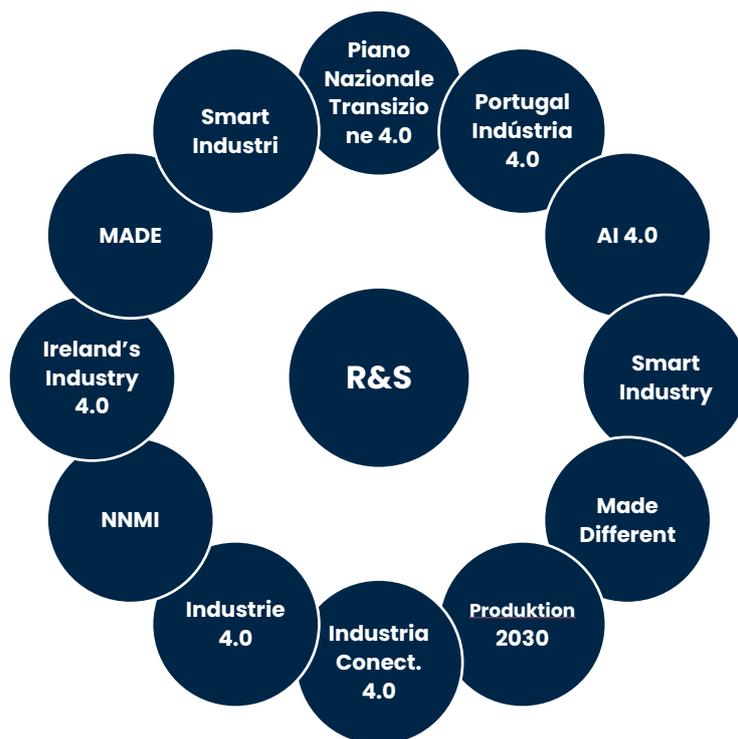


Figura 6 - Politiche che agevolano R&S

Similmente, sia il Piano Nazionale Transizione 4.0 in Italia che l'iniziativa Smart Industry dell'Olanda non solo hanno istituito incentivi fiscali per incentivare l'innovazione e la ricerca e sviluppo, ma hanno anche istituito specifiche strutture collaborative tra il settore pubblico e privato dedicate. Queste strutture, rispettivamente i Fieldlabs in Olanda e i Centri di Competenza ad Alta Specializzazione in Italia, svolgono un ruolo attivo nella promozione della prospettiva innovativa, offrendo alle imprese un supporto concreto nei loro progetti di innovazione e nella realizzazione di nuovi prodotti, processi o servizi. Questo supporto è particolarmente significativo per le PMI, poiché agevola una sinergia efficace tra i due settori, facilitando così l'avanzamento nell'ambito dell'innovazione.

Si evidenzia altresì che alcune delle iniziative precedentemente classificate potrebbero essere accomunate per l'introduzione di specifici strumenti dedicati alla formazione e al potenziamento delle competenze dei lavoratori.

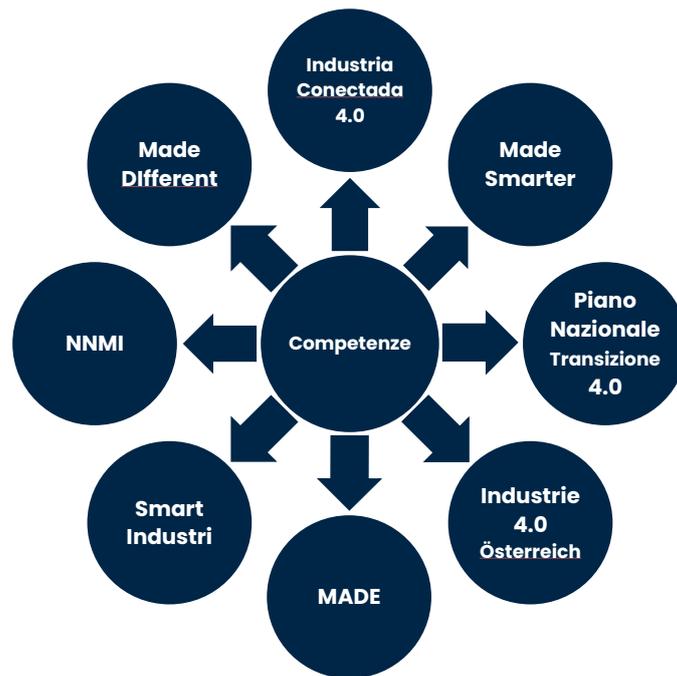


Figura 7 - Politiche che forniscono supporto per la formazione dei lavoratori

Questo rappresenta un elemento chiave nell'affrontare in modo ottimale la transizione verso l'industria 4.0. L'investimento nella formazione professionale non solo facilita l'adattamento dei lavoratori alle nuove tecnologie, ma contribuisce anche a promuovere una forza lavoro più qualificata e resiliente di fronte alle sfide dell'evoluzione industriale.

3. Idoneità delle politiche economiche alle sfide dell'Industria 4.0

3.1. Difficoltà nella diffusione dell'Industria 4.0

In conformità con quanto è stato discusso durante la 3^a Conferenza Annuale del Global Forum on Productivity tenutasi in Canada [10], è fondamentale che le aziende abbraccino con successo le nuove tecnologie. Per raggiungere questo obiettivo, è necessario investire in risorse immateriali, come competenze manageriali e conoscenze specializzate. Questi investimenti immateriali stanno diventando sempre più complessi a causa di un cambio nell'innovazione globale: da un'innovazione basata su beni fisici a un'innovazione basata su idee e conoscenze. Ciò si riferisce al fatto che nel mondo moderno, l'innovazione economica sta passando da una fase in cui le aziende facevano progressi principalmente attraverso la creazione e la produzione di beni fisici a una fase in cui l'innovazione è guidata da idee, conoscenze specializzate e informazioni. Questo cambiamento è particolarmente rilevante nei settori dei servizi, dove gli aspetti immateriali e la conoscenza tacita stanno guadagnando sempre maggiore importanza. In questo contesto, le aziende che hanno rimandato l'adozione di tecnologie avanzate hanno continuato a perdere competitività. Questo divario ha ulteriormente ampliato la distanza tra le aziende all'avanguardia e quelle che sono indietro, contribuendo così all'accentuarsi delle disuguaglianze economiche.

Inoltre, è stato evidenziato come gli incentivi di mercato per l'adozione delle tecnologie stiano diminuendo, a causa dell'accentuarsi delle barriere che ostacolano il processo di distruzione creativa associato all'Industria 4.0. Sono emerse prove che indicano che ai settori meno competitivi, e che non adottano le tecnologie più recenti, è diventato relativamente più semplice sopravvivere. Questo fenomeno può essere attribuito principalmente a tre fattori chiave, come illustrato da diverse fonti di ricerca.

In primo luogo, come suggerito da Decker et al. [63], c'è una riduzione nell'entusiasmo delle aziende ad alta produttività nel cercare di espandersi e delle aziende a bassa produttività nel cercare di ridimensionarsi. Questo atteggiamento conservatore contribuisce a mantenere un divario nella diffusione delle nuove tecnologie. In secondo luogo, come sottolineato da Criscuolo et al. [64] o Hathaway e Litan [65], la diminuzione dell'ingresso di nuove imprese nel mercato ha comportato una minore pressione sulle aziende esistenti affinché adottino le più recenti tecnologie. La mancanza di concorrenza da parte di nuovi attori ha ridotto l'urgenza per le aziende consolidate di innovare. Infine, come indicato da Adalet McGowan et al. [66], si è osservato un aumento della sopravvivenza delle imprese

marginali, che continuano a consumare una parte crescente delle risorse globali, nonostante una diminuzione della loro produttività relativa. Questo fenomeno può ostacolare la liberazione di risorse che potrebbero essere meglio impiegate in settori più innovativi.

Con l'evolversi di questa dinamica aziendale, le risorse rimangono intrappolate in attività obsolete, rendendo sempre più difficile sia per le nuove imprese che per quelle esistenti adattare la loro forza lavoro alle nuove condizioni e accedere al capitale necessario per l'adozione di tecnologie innovative.

Le riflessioni condivise durante la conferenza in Canada, hanno sottolineato l'importanza dei risultati emersi. Questi risultati evidenziano che, nonostante le tecnologie di punta sviluppate a livello globale si diffondano tra le nazioni in modo sempre più rapido, la loro adozione da parte di tutte le imprese all'interno di una specifica economia avviene a un ritmo notevolmente più lento. Ciò suggerisce che molte aziende all'interno di questa economia potrebbero non sfruttare appieno una parte considerevole delle tecnologie già disponibili.

In questo contesto, diventa cruciale comprendere le barriere che ostacolano l'adozione di queste tecnologie.

3.1.1. Comprensione delle barriere all'Industria 4.0 nelle aziende

L'implementazione dell'Industria 4.0 nei paesi industrializzati è una sfida complessa e multidimensionale. Uno studio recente condotto Raj et al. [67], ha indagato le difficoltà legate a questa innovazione tecnologica, rivelando una serie di barriere che ostacolano il suo efficace sviluppo. Queste barriere sono state categorizzate in tre macrocategorie: "barriere rilevanti", "barriere influenti" e "barriere risultanti".

Le "barriere rilevanti" rappresentano elementi chiave che influenzano notevolmente il processo di implementazione dell'Industria 4.0 all'interno delle organizzazioni. La loro importanza deriva dalla stretta correlazione con altre sfide legate a questa trasformazione, suggerendo che superarle potrebbe aprire la strada alla risoluzione di ulteriori ostacoli all'interno dello stesso contesto. Un esempio lampante di queste barriere, come sostenuto da Raj [67], è la "mancanza di una strategia digitale insieme alla scarsità di risorse", che può notevolmente ostacolare il progresso nell'adozione efficiente dell'Industria 4.0. Questo è particolarmente critico in un'epoca in cui la tecnologia digitale sta rapidamente ridefinendo i modelli commerciali e i processi operativi. Senza una strategia ben definita, le

organizzazioni rischiano di perdere la loro direzione, di non sfruttare appieno le opportunità digitali e di investire in modo dispersivo.

Per superare questa sfida, le aziende dovrebbero innanzitutto sviluppare una chiara strategia digitale che si integri con gli obiettivi aziendali a lungo termine. Questa strategia dovrebbe abbracciare una visione completa delle opportunità offerte dall'Industria 4.0 ed essere comunicata in modo efficace a tutti i livelli dell'organizzazione.

Nel contesto dell'implementazione dell'Industria 4.0, diverse barriere influenti emergono come ostacoli chiave, richiedendo un'attenzione particolare e una gestione strategica da parte delle aziende. Tra queste, lo studio precedentemente menzionato [67], ha evidenziato che il "basso grado di maturità della tecnologia desiderata" si configura come la principale barriera. Questo aspetto, unitamente ad altre sfide come la "mancanza di standard/regolamentazioni/certificazioni", la "mancanza di competenze digitali" e il "rischio di violazioni della sicurezza", rivela una serie di sfide legate allo sviluppo tecnologico e alla sicurezza informatica che le aziende devono affrontare per abbracciare appieno l'era dell'Industria 4.0.

La barriera del "basso grado di maturità della tecnologia desiderata" nell'adozione delle tecnologie dell'Industria 4.0 rappresenta il rischio associato all'introduzione di elementi tecnologici ancora in una fase prematura di sviluppo. Dato l'alto livello di interconnessione dei sistemi nell'Industria 4.0, la diffusione di tecnologie non pienamente sviluppate potrebbe minacciare l'integrità dell'intero sistema. Questa situazione potrebbe manifestarsi con la mancanza di funzionalità complete, la presenza di bug o vulnerabilità di sicurezza e possibili sfide nell'interoperabilità con altri sistemi. Per affrontare efficacemente questa barriera, è essenziale adottare un approccio strategico e implementare azioni gestionali mirate. Queste azioni sono fondamentali per mitigare i rischi e garantire un'integrazione ottimale delle nuove tecnologie, assicurando al contempo la stabilità e la sicurezza del sistema complessivo.

L'interconnessione tra la "mancanza di competenze digitali" e l'"assenza di standard/regolamentazioni/certificazioni" emerge come un ostacolo cruciale. Il veloce avanzamento delle tecnologie digitali richiede competenze specializzate, e la carenza di formazione digitale interna può costituire un impedimento all'acquisizione delle abilità essenziali per sfruttare appieno le potenzialità di questo fenomeno industriale. Al contempo, l'assenza di standard comuni e regolamentazioni specifiche può generare incertezza e complicare il processo di adozione coesa delle tecnologie dell'Industria 4.0.

La gestione del "rischio di violazioni della sicurezza" rappresenta un elemento critico e imprescindibile. L'evoluzione verso l'Industria 4.0, con la sua crescente connettività e la raccolta su vasta scala di dati, comporta una maggiore esposizione a vulnerabilità informatiche e a minacce alla sicurezza dei dati. Per garantire un ambiente sicuro e instillare fiducia nell'adozione di queste tecnologie avanzate, è imperativo investire in soluzioni di sicurezza all'avanguardia e sviluppare procedure robuste per la gestione dei dati sensibili.

Poiché tutti questi fattori sono strettamente legati allo sviluppo tecnologico e alle questioni di sicurezza, gli investimenti per migliorare l'infrastruttura dedicata al supporto dei sistemi tecnologici emergono come una priorità. Tuttavia, l'efficacia nel superare questi ostacoli deriva dall'approfondita comprensione di come tutte queste soluzioni si colleghino tra loro, necessitando quindi di un approccio completo ed integrato. Questo approccio è cruciale anche in ambienti altamente sviluppati per affrontare le sfide e massimizzare i vantaggi offerti dall'Industria 4.0.

Infine, l'articolo [67] definisce le "barriere risultanti" come quelle che subiscono l'influenza più marcata da altre barriere, evidenziando così l'interconnessione tra diversi fattori che influenzano l'adozione dell'Industria 4.0. In questo contesto, sono stati individuati quattro fattori principali.

La prima di queste barriere è una gestione del cambiamento inefficace, che può notevolmente rallentare il processo di integrazione. Inoltre, gli ingenti investimenti rappresentano un'ulteriore sfida, richiedendo una gestione finanziaria oculata. La resistenza al cambiamento è un altro ostacolo comune all'interno delle organizzazioni, mentre la complessità nell'integrazione della catena del valore può risultare problematica, specialmente nelle aziende con procedure e sistemi tecnologici obsoleti.

L'importante punto di discussione, evidenziato anche da Bai e Sarkis [68], è che queste barriere risultanti dovrebbero essere affrontate solo dopo aver gestito con successo le principali influenze. In pratica, ciò implica che le aziende dovrebbero concentrarsi sulla mitigazione o eliminazione della barriera più significativa, identificata da Raj et al. [67] come la "mancanza di una strategia digitale insieme alla carenza di risorse", prima di affrontare le altre sfide. L'approccio prioritario suggerito è di dare un'attenzione preminente a questa barriera, poiché una strategia digitale robusta e il supporto finanziario sono essenziali per superare con successo le ulteriori sfide.

La ricerca effettuata dalla LIUC Business School per ICIM Group [69] su 123 imprese italiane corrobora la precedente argomentazione, evidenziando che la decisione di investire nell'Industria 4.0 è prevalentemente guidata da motivazioni economiche e finanziarie, con il 75% delle imprese intervistate che le indica come principale incentivo. Al contrario, solo il 25% attribuisce una spiccata cultura digitale come principale motivazione per adottare le tecnologie della quarta rivoluzione industriale.

Questo scenario sottolinea un orientamento dominante verso obiettivi a breve termine, suggerendo un possibile deficit di prospettiva strategica più ampia all'interno delle imprese. La correlazione tra la prevalenza di motivazioni finanziarie e la mancanza di una strategia digitale ben definita assume rilevanza in questo contesto. Una strategia digitale completa è un piano integrato che non solo guida l'organizzazione nell'adozione di tecnologie digitali avanzate ma fornisce anche una visione chiara delle opportunità e dei benefici a lungo termine derivanti dall'Industria 4.0. L'assenza di una strategia di questo tipo potrebbe limitare la comprensione delle imprese sulle ampie potenzialità offerte dalla trasformazione digitale, riducendo la loro capacità di generare valore sostenibile da tali investimenti.

Questo approccio orientato al breve termine, come evidenziato dalla ricerca, può riflettersi nelle sfide che le imprese affrontano nell'ambito dell'Industria 4.0, quali la mancanza di competenze interne, la resistenza al cambiamento e la complessità nell'integrare nuovi sistemi nei processi produttivi esistenti. La comprensione di queste dinamiche è essenziale per superare le sfide e massimizzare i benefici della trasformazione digitale nell'ambito industriale.

3.1.2. Comprensione delle barriere per dimensione di impresa

Il passaggio all'Industria 4.0 rappresenta un'evoluzione che coinvolge imprese di varie dimensioni e operanti in diversi settori industriali. Tuttavia, come indicato da Christian Schröder [70], ricercatore presso l'Istituto per la Ricerca sulle Piccole e Medie Imprese di Bonn, è importante sottolineare che la diffusione di questa evoluzione e i relativi impatti possono variare notevolmente in base alle dimensioni dell'azienda coinvolta.

Le grandi aziende, grazie alla loro produzione su vasta scala e all'intensiva automazione dei processi, sono in grado di ottenere significativi vantaggi dall'implementazione dell'Industria 4.0. Questo si verifica per diverse ragioni. Prima

di tutto, producendo in grandi quantità, possono ammortizzare gli investimenti in tecnologie avanzate su un alto numero di unità prodotte, il che rende l'adozione di queste tecnologie più conveniente ed efficiente. Inoltre, la loro produzione altamente automatizzata consente una costante ottimizzazione dei processi, riducendo gli errori e aumentando l'efficienza complessiva. D'altro canto, le piccole e medie imprese (PMI) spesso si specializzano in produzioni mirate a nicchie di mercato specifiche. Questa specializzazione richiede maggiore flessibilità nelle operazioni, il che può comportare una maggiore presenza di attività manuali o ibride. Sebbene questa flessibilità sia un vantaggio in termini di adattamento ai mercati di nicchia, può rappresentare una sfida nell'adozione dell'Industria 4.0. Le tecnologie legate al fenomeno spesso richiedono una maggiore standardizzazione e automazione dei processi, il che può essere più complesso per le PMI con una maggiore variabilità nelle loro operazioni.

Pertanto, è fondamentale riconoscere che l'Industria 4.0 offre opportunità e sfide uniche a seconda delle dimensioni e delle specifiche dell'azienda.

Schröder [70] ha anch'esso individuato che le sfide più significative affrontate dalle piccole e medie imprese nell'ambito dell'Industria 4.0 riguardano principalmente la mancanza di una strategia adeguata, insieme alla limitatezza delle risorse a loro disposizione, in aggiunta alla scarsa sicurezza di dati e all'assenza di standard uniformi.

In riferimento alla prima barriera, è essenziale considerare come le piccole e medie imprese si trovino in uno svantaggio significativo a causa delle loro risorse e competenze più limitate in confronto alle grandi aziende. Questa disparità rende particolarmente complicato per le PMI agevolare il flusso di dati, sia all'interno che all'esterno dell'azienda, per facilitare lo scambio di informazioni con fornitori e clienti. Inoltre, la mancanza di un dipartimento IT interno è una caratteristica comune tra le PMI, il che significa che spesso sono i dirigenti stessi a dover valutare le diverse tecnologie legate all'Industria 4.0. Questo ulteriore compito può complicare la già complessa decisione di adottare nuove tecnologie. In aggiunta, è emersa la riluttanza della dirigenza delle PMI nell'abbracciare l'Industria 4.0, con i dirigenti di alto livello che si dimostrano più cauti rispetto ai responsabili della produzione quando si tratta di adottare questa nuova filosofia industriale. Questa prudenza rappresenta motivo di preoccupazione poiché l'attuazione di nuovi processi e tecnologie è un processo complesso che richiede una pianificazione dettagliata e l'avvio di iniziative significative a livello aziendale. Senza un impulso e il coinvolgimento attivo della dirigenza, la diffusione delle pratiche e dei modelli

avanzati all'interno delle PMI rimarrà limitata. Il fatto che il 40% delle PMI non abbia sviluppato una strategia completa per l'implementazione dell'Industria 4.0, in contrasto al 20% delle grandi aziende, sottolinea ulteriormente questa disparità e dimostra che la carenza di una strategia ben definita è una caratteristica distintiva delle PMI.

La mancanza di standard e norme, le preoccupazioni per la sicurezza dei dati e le problematiche legate all'interoperabilità dei sistemi giocano un ruolo significativo nell'impedire alle PMI di abbracciare appieno le tecnologie dell'Industria 4.0 e sfruttare interamente il loro potenziale.

Innanzitutto, è importante comprendere che l'adozione diffusa dell'Industria 4.0 richiede l'istituzione di standard e norme di sicurezza affidabili. Questi costituiscono il fondamento su cui costruire una rete di collaboratori diversificati e sfruttare appieno il potenziale economico di questa rivoluzione industriale. All'interno del contesto dell'Industria 4.0, le imprese spesso si uniscono in reti interconnesse, lavorando insieme per migliorare i propri processi e prodotti. L'obiettivo di queste collaborazioni è generare valore aggiunto, ovvero aumentare l'efficienza, la qualità e l'innovazione attraverso sinergie e la condivisione di risorse e conoscenze. Al momento, molte piccole e medie imprese tendono a seguire gli standard imposti dalle grandi aziende con cui fanno affari in qualità di fornitori. Ciò comporta sfide significative per le imprese di dimensioni più contenute quando cercano di partecipare a queste iniziative di creazione di valore. La mancanza di standard universali costituisce un ostacolo che limita la loro agilità e la loro capacità di partecipare attivamente a queste dinamiche. Inoltre, c'è una legittima preoccupazione riguardo agli investimenti sostanziali in tecnologie, poiché le imprese temono che queste nuove soluzioni potrebbero non essere compatibili con quelle utilizzate da altri attori del settore. Di conseguenza, l'adozione dell'Industria 4.0 si verifica gradualmente e con cautela, solo se esistono standard condivisi che permettano una maggiore interoperabilità tra i sistemi di produzione e una sicurezza garantita grazie all'adozione di protocolli e interfacce standardizzati.

Un'alternativa promettente potrebbe essere l'adozione di servizi cloud avanzati, che aiuterebbero le piccole e medie imprese a superare le complesse sfide legate all'interconnessione. Tuttavia, questa opzione è attualmente limitata dalle preoccupazioni sulla sicurezza dei dati. Le PMI temono che i dati aziendali sensibili possano non essere adeguatamente protetti nel cloud e diventare vulnerabili all'accesso da parte di terze parti non autorizzate.

Per permettere alle PMI di cogliere appieno i benefici dell'Industria 4.0, è imperativo affrontare queste preoccupazioni. Questo richiede non solo l'istituzione di standard e norme chiare, ma anche lo sviluppo di soluzioni robuste per garantire la sicurezza dei dati, la privacy e la protezione delle informazioni aziendali. Inoltre, è fondamentale fornire alle PMI le risorse e il supporto necessari per acquisire una comprensione approfondita delle nuove tecnologie e adottarle in modo efficace, superando le preoccupazioni legate alla sicurezza e all'interoperabilità.

3.2. Valutazione delle politiche economiche

Indubbiamente, l'evoluzione verso l'Industria 4.0 rappresenta un momento cruciale in un mondo in costante mutamento, con il potenziale di apportare significative trasformazioni. In questo nuovo contesto tecnologico, le politiche economiche giocano un ruolo di primaria importanza nel plasmare il percorso intrapreso dalle imprese.

Come precedentemente delineato, la letteratura accademica ha approfonditamente esaminato una serie di barriere e sfide che le imprese devono affrontare nel processo di adozione e integrazione delle tecnologie innovative associate all'Industria 4.0. In questa prospettiva, assume un'importanza fondamentale considerare attentamente tali sfide al fine di valutare l'idoneità delle politiche economiche oggetto di studio nel sostenere le imprese in questo percorso di adozione delle pratiche dell'Industria 4.0.

3.2.1. Principi guida per la politica governativa

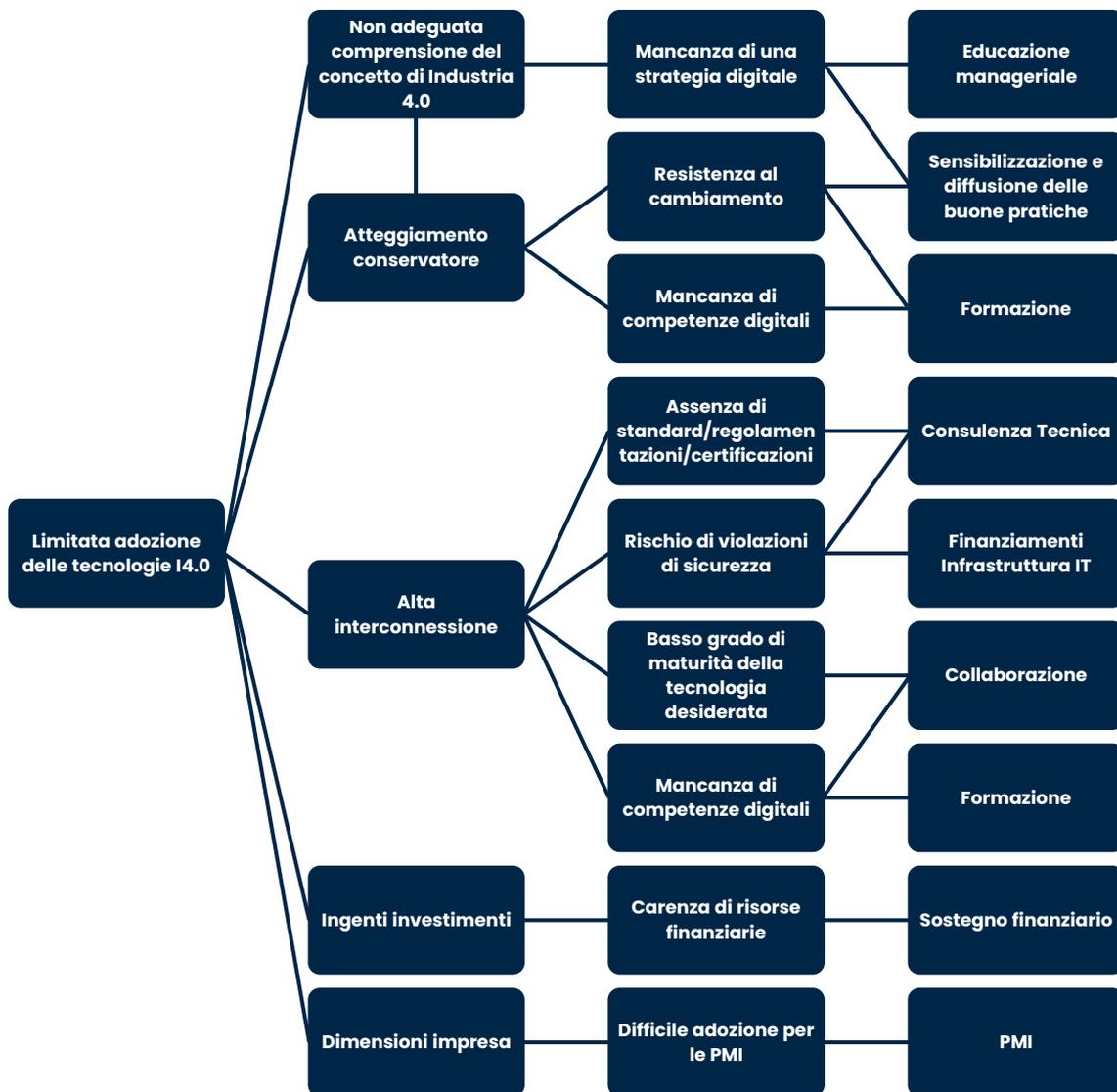


Figura 8 - Principi guida

L'avvento dell'Industria 4.0 sta conducendo imprese e nazioni verso una nuova era di innovazione e competitività. Tuttavia, questo fenomeno non è privo di ostacoli. La Figura 8 mette in evidenza come dall'analisi di tali sfide emergono una serie di "principi guida", solidamente radicati in ricerche e analisi. Questi principi forniscono un quadro essenziale per le politiche governative, mirando a promuovere una transizione fluida verso l'Industria 4.0 a livello nazionale. Essi rappresentano una mappa strategica per i decisori politici, delineando un percorso appropriato volto

a facilitare l'adozione diffusa delle tecnologie dell'Industria 4.0 e sottolineando il ruolo vitale del governo nel guidare e sostenere questo processo di transizione.

Nell'era dell'Industria 4.0, l'incorporazione delle nuove tecnologie si configura come una trasformazione intricata che trascende la mera fase di implementazione. Secondo le conclusioni risultanti dalla ricerca condotta dalla LIUC Business School per ICIM Group [69], emerge chiaramente una carenza di consapevolezza tecnologica nell'ambito dell'Industria 4.0. In molteplici casi, le autentiche potenzialità dell'Industria 4.0 sono rimaste in ombra, con la conseguenza che il vero valore derivante dall'integrazione dei nove pilastri tecnologici risultasse talvolta sottostimato. La *Figura 8* mette in evidenza come l'assenza di un piano digitale integrato capace di guidare l'organizzazione non solo minimizzi la piena comprensione da parte delle imprese del valore e dell'impatto positivo che l'Industria 4.0 può apportare alle loro operazioni, ma le dissuada anche dall'affrontare gli investimenti necessari. Questo rallentamento nel processo decisionale crea un ostacolo significativo all'adozione delle innovazioni digitali. Da questi presupposti, deriva uno dei principi guida:

- **Educazione manageriale:** le politiche dovrebbero concentrarsi sull'influenzare positivamente il miglioramento delle pratiche manageriali attraverso investimenti nell'educazione manageriale. Mettendo a disposizione consulenti esperti con competenze specifiche nell'ambito dell'Industria 4.0 è possibile aiutare le imprese a sviluppare strategie digitali su misura, accrescere la consapevolezza delle nuove tecnologie e fornire ai dirigenti gli strumenti necessari per guidare con successo l'adozione dell'Industria 4.0.

La strategia digitale deve essere diffusa in modo efficace a tutti i livelli dell'organizzazione; tuttavia, come evidenziato nella *Figura 8*, la scarsa diffusione delle tecnologie dell'Industria 4.0 è in parte attribuibile all'atteggiamento conservatore profondamente radicato in molte organizzazioni. Tale atteggiamento trova origine in una doppia barriera: la resistenza al cambiamento e la carenza di competenze digitali. L'inerzia organizzativa, conseguente alla propensione delle aziende a mantenere immutato lo status quo, costituisce un notevole impedimento nell'abbracciare appieno le opportunità proposte dall'Industria 4.0. Questo atteggiamento non è solo alimentato dalla paura del cambiamento, ma spesso anche dalla mancanza di competenze digitali fondamentali per comprendere e implementare con successo le nuove tecnologie. Come sottolineato da Andrews, Nicoletti e Timiliotis [10], un approccio proattivo alla gestione del cambiamento e allo sviluppo delle competenze necessarie crea le condizioni per un'adozione

agevole delle nuove tecnologie. Fronteggiare con decisione questa doppia sfida è di importanza cruciale. Da questi presupposti, derivano ulteriori principi guida:

- **Sensibilizzazione e diffusione delle buone pratiche:** attraverso programmi informativi per spiegare i concetti chiave dell'Industria 4.0, condivisione delle best practices specifiche del settore, seminari o webinar, per dimostrare come altre aziende abbiano avuto successo nell'adozione dell'Industria 4.0. e l'organizzazione di eventi di networking, conferenze o forum in cui le imprese possano condividere le proprie esperienze è possibile non solo supportare le imprese nell'identificare le misure più adatte alle loro esigenze specifiche ma si mira anche a guidarle nella completa comprensione delle opportunità e dei benefici offerti dall'Industria 4.0. L'obiettivo finale è creare un ambiente aziendale propizio all'innovazione, promuovendo una mentalità aperta al cambiamento e alla sperimentazione attraverso una comprensione approfondita della trasformazione digitale.
- **Formazione:** per garantire che le aziende siano in grado di sfruttare appieno le nuove tecnologie, è essenziale che il personale acquisisca le competenze necessarie. Il governo può promuovere programmi di formazione dedicati alle competenze digitali, offrendo anche incentivi alle imprese che promuovono la partecipazione dei propri dipendenti a programmi di formazione in campo digitale.

Da tale discussione, si può evidenziare come la non adeguata comprensione dell'Industria 4.0 e l'atteggiamento conservatore all'interno delle organizzazioni siano ostacoli strettamente collegati, formando una sinergia data da barriere significative all'adozione delle nuove tecnologie.

L'adozione limitata delle tecnologie dell'Industria 4.0 può essere ricondotta a diverse sfide, tra le quali emerge l'alta complessità di interconnessione che caratterizza tali innovazioni. Se da un lato l'interconnessione costituisce uno degli elementi distintivi e promettenti dell'Industria 4.0, dall'altro può rappresentare un ostacolo significativo per molte imprese.

In particolare, la sicurezza emerge come una priorità cruciale in un ambiente fortemente interconnesso. L'aumento della connettività suscita preoccupazioni condivise tra le aziende, a prescindere dalle loro dimensioni, riguardo ai rischi di violazioni della sicurezza. Le imprese, consapevoli di essere parte integrante di un tessuto digitale sempre più interconnesso, manifestano una crescente inquietudine riguardo alla sicurezza informatica. In questo contesto, sorgono

preoccupazioni specifiche, come evidenziato in uno studio di Breunig et al. [71], sulla possibilità che informazioni sensibili o riservate possano essere compromesse o accessibili a parti non autorizzate, mettendo a repentaglio la sicurezza e la confidenzialità dei dati aziendali. La consapevolezza di questi rischi sottolinea la necessità critica di implementare robuste misure di sicurezza informatica e di adottare approcci strategici per proteggere non solo i dati delle imprese, ma anche la fiducia del pubblico e la sicurezza generale del panorama digitale in cui le imprese operano.

La mancanza di protocolli o norme comuni che definiscano in modo uniforme come le diverse tecnologie e sistemi dovrebbero interagire tra loro introduce complessità aggiuntiva al processo di adozione di queste tecnologie innovative. L'assenza di protocolli comuni può ostacolare l'interoperabilità tra diverse soluzioni tecnologiche, creando così ostacoli significativi che limitano l'adozione su larga scala. Diversi studiosi concordano nell'evidenziare come la mancanza di standard chiari costituisca una barriera significativa per l'adozione delle tecnologie legate all'Industria 4.0. La carenza di chiarezza negli standard, identificata come un ostacolo alla collaborazione intra e interaziendale da Kovaitè et al. [72], complica l'implementazione di tecnologie avanzate e la condivisione di informazioni nelle catene di approvvigionamento. Inoltre, Schröder [70] mette in luce l'atteggiamento prudente delle piccole e medie imprese (PMI) nell'abbracciare completamente l'Industria 4.0, attribuendo questa esitazione alla mancanza di standard e regolamentazioni condivise.

Considerando questo contesto, sono emerse delle linee guida strategiche per affrontare tali sfide e favorire un'adozione più diffusa delle tecnologie dell'Industria 4.0:

- **Consulenza tecnica:** tale consulenza rappresenta un elemento fondamentale per guidare le imprese nel processo di selezione, implementazione e adeguamento ai nuovi standard. Oltre a fornire supporto in queste fasi cruciali, questo tipo di consulenza offre preziose indicazioni sull'adozione di misure avanzate di sicurezza informatica, con un'enfasi particolare sugli aspetti rilevanti per le PMI.
- **Infrastruttura IT Avanzata:** l'adozione delle tecnologie dell'Industria 4.0 richiede un'infrastruttura IT all'avanguardia in grado di supportare l'interconnessione sicura tra macchine e sistemi. In questo contesto, i finanziamenti dedicati all'infrastruttura consentono alle aziende di investire

in tecnologie e risorse che rafforzano la loro infrastruttura informatica, garantendo che sia all'altezza delle sfide connesse all'adozione delle nuove tecnologie.

All'interno del contesto altamente interconnesso dell'Industria 4.0, l'adozione di elementi tecnologici ancora in una fase prematura di sviluppo emerge come un rischio sostanziale. La vasta rete di connessioni e interazioni tra i diversi componenti del sistema industriale rende cruciale la stabilità e l'affidabilità di ciascun elemento. Come evidenziato da Lee e Lee [73], l'introduzione di tecnologie non sufficientemente mature potrebbe minare l'integrità complessiva del sistema, aumentando il rischio di malfunzionamenti e vulnerabilità. Questo scenario potrebbe potenzialmente compromettere la sicurezza globale dell'ecosistema industriale, richiamando l'attenzione sulla necessità di una valutazione attenta prima della loro implementazione. La collaborazione è risultata essere una strategia per superare tale barriera

- **Collaborazione:** favorire attivamente la collaborazione è imprescindibile per instaurare un ambiente propizio, in cui imprese, istituzioni accademiche e altre organizzazioni possano lavorare congiuntamente nello sviluppo, nei test e nell'implementazione sicura di nuovi prodotti prima di diffonderli su larga scala. La sinergia che scaturisce dalla collaborazione tra il settore della ricerca e l'industria costituisce un'opportunità unica per gli operatori di ampliare le proprie competenze pratiche nell'applicazione di soluzioni innovative. La condivisione di conoscenze, risorse e prospettive tra diversi attori favorisce la creazione di un ecosistema in cui l'innovazione può prosperare, contribuendo all'adozione responsabile delle nuove tecnologie industriali.

Anche l'interconnessione, strettamente associata alle tecnologie dell'Industria 4.0, è intimamente legata alla carenza di competenze specializzate. L'alta interdipendenza tra macchine e sistemi richiede personale qualificato per gestire, mantenere e ottimizzare queste complesse reti digitali. Come sottolineato da Bailey e De Propriis [74], diventa imperativo sviluppare un approccio più lungimirante alla formazione e alla riqualificazione per acquisire le competenze necessarie all'applicazione dell'Industria 4.0 in diversi settori. Come precedentemente evidenziato, programmi educativi e corsi di formazione risultano essenziali per garantire che le risorse umane siano all'altezza delle richieste della trasformazione digitale. Inoltre, promuovere collaborazioni tra istituti accademici, industrie e

organismi di ricerca può contribuire a generare un flusso continuo di competenze specializzate, agevolando una transizione più fluida verso un panorama industriale sempre più interconnesso.

La limitata adozione dell'Industria 4.0 è in gran parte attribuibile agli ingenti investimenti richiesti per implementare queste tecnologie avanzate. Questo elevato costo iniziale rappresenta un ostacolo significativo per molte aziende, in particolare per le piccole e medie imprese (PMI), che potrebbero trovarsi in difficoltà nell'affrontare tali spese. La dimensione economica di questa barriera finanziaria può scoraggiare molte realtà imprenditoriali dall'esplorare appieno le opportunità offerte dall'Industria 4.0, creando così un rallentamento nell'adozione di queste tecnologie innovative. Per tali motivi, il sostegno finanziario alle imprese emerge come una soluzione cruciale per superare questa sfida e promuovere una diffusione più ampia delle pratiche legate all'Industria 4.0.

- **Sostegno finanziario alle imprese:** questa forma di supporto può assumere diverse modalità ed è cruciale per consentire alle imprese di affrontare i costi iniziali significativi connessi all'implementazione di tecnologie avanzate. Garantire alle imprese le risorse finanziarie necessarie può ridurre le barriere economiche all'adozione dell'Industria 4.0, consentendo alle imprese di beneficiare delle opportunità offerte da queste avanzate tecnologie industriali.

L'impatto e la diffusione dell'evoluzione verso l'Industria 4.0 possono variare notevolmente in base alle dimensioni delle aziende coinvolte. Mentre gli ostacoli menzionati influenzano tutte le imprese, il loro impatto risulta particolarmente sfidante per le Piccole e Medie Imprese (PMI). Come evidenziato da Matt et al. [75] nel loro libro e precedentemente delineato da Schroder [70], per queste imprese l'adozione e l'incorporazione delle nuove tecnologie necessarie per abbracciare l'I4.0 implica notevoli impegni finanziari, mettendo a dura prova le loro risorse, oltre che essere intrinsecamente rischiosa. Nonostante tali difficoltà, ignorare la transizione verso l'I4.0 non è un'opzione praticabile. Le PMI si trovano solo parzialmente preparate ad abbracciare completamente i nuovi concetti, principalmente a causa delle loro attuali capacità organizzative. La loro dimensione più contenuta aumenta il rischio che non riescano a sfruttarne appieno i benefici. Questo scenario mette in luce l'importanza dello sviluppo di piani d'azione mirati, finalizzati a sostenere le PMI nell'adozione efficace dei principi dell'Industria 4.0 e nell'affrontare le sfide connesse.

- **PMI:** la formazione più generalizzata dei dipendenti delle PMI può rappresentare una risorsa preziosa per svariati compiti, ma potrebbe mancare la specializzazione avanzata richiesta da tecnologie particolarmente complesse. Programmi di formazione specifici e strategie di reclutamento possono contribuire a colmare questa lacuna. Inoltre, l'accesso limitato a reti di collaborazione e a risorse esterne può privare le PMI dell'opportunità di apprendere dalle esperienze altrui e di beneficiare delle sinergie con altre aziende e istituti di ricerca. Incentivare la partecipazione a consorzi industriali, eventi di settore e programmi di collaborazione risulta essere fondamentale. Infine, le imprese di dimensioni più ridotte spesso si trovano in una posizione di svantaggio rispetto alle grandi aziende a causa delle risorse finanziarie limitate. Questa limitazione finanziaria può ostacolare l'adozione di tecnologie innovative, l'investimento in ricerca e sviluppo e la formazione del personale necessaria per gestire le nuove tecnologie. L'obiettivo è garantire che le PMI abbiano accesso a risorse finanziarie sufficienti per sostenere la loro transizione all'Industria 4.0.

3.2.2. Verifica dell'idoneità delle politiche economiche oggetto di studio

Sulla base delle informazioni delineate nel capitolo precedente e dall'analisi e comprensione delle barriere che ostacolano l'adozione dell'Industria 4.0 nelle imprese, è possibile valutare l'adeguatezza dei piani e delle iniziative economiche implementati nei paesi oggetto di studio.

La *Tabella 7* indica se tali iniziative economiche integrino o meno i principi guida emersi dalla letteratura sulle sfide affrontate dalle imprese nell'attuazione dell'Industria 4.0.

Tabella 7 - Possesso dei principi guida da parte delle iniziative analizzate

PAESE	INIZIATIVA	INFRASTR. IT	SENSIB E DIFF. BUONE PRATICHE	CONSULENZA TECNICA	COLLABORAZIONE	FORMAZIONE	EDUC. MANAGERIALE	PMI	SOSTEGNO FIN.
Cipro	Nuova politica industriale	X							X
Finlandia	AI 4.0	X						X	X
Italia	Piano Naz. Transizione 4.0	X		X	X	X	X	X	X
Regno Unito	Made Smarter	X		X			X	X	
Belgio	Digital Wallonia	X		X			X	X	
Francia	Industrie du Futur		X						X
Cina	Made in China 2025		X						X
Olanda	Smart Industry		X		X			X	X
Germania	Industrie 4.0		X	X	X		X	X	X
Danimarca	MADE		X	X	X	X	X	X	
Belgio	Made Different			X	X	X	X		
Spagna	Industria Conectada 4.0			X		X	X	X	X
Irlanda	Ireland's Industry 4.0				X			X	X
Svezia	Smart Industri				X	X	X	X	X
Austria	Industrie 4.0 Österreich					X			X
Svezia	Produktion 2030					X		X	X
USA	NNMI				X	X	X		
Portogallo	Portugal Indústria 4.0						X	X	
Grecia	Digital Transformation Bible								X
USA	A National Strategic Plan for AM								X

Innanzitutto, è importante precisare che il principio "PMI", indica la fornitura di almeno uno strumento di supporto a tale categoria. Tuttavia, la specificità nei confronti di una particolare categoria di attori, precedentemente identificata attraverso la *Tabella 6* nel capitolo antecedente, è altresì evidente dal fatto che per le iniziative Digital Wallonia, Portugal Indústria 4.0 e Made Smarter non è stato menzionato il principio definito come "Sostegno finanziario alle imprese". Tale scelta non implica l'assenza di strumenti di supporto per affrontare le esigenze di risorse finanziarie, ma piuttosto che questi siano dedicati esclusivamente alle PMI. Su questa base, è possibile evidenziare un elemento di debolezza. Sebbene sia stato riconosciuto che le PMI affrontino maggiori difficoltà nella transizione verso l'Industria 4.0, il non dedicare supporto anche ad altre categorie di imprese indebolisce la diffusione di tali tecnologie nell'intero tessuto economico nazionale. Riguardo alla Spagna, è importante evidenziare che, nonostante l'attenzione principale sia rivolta alle PMI, una delle misure è stata concepita con l'intento di apportare vantaggi anche a imprese di dimensioni più considerevoli. Questo spiega l'inclusione del principio guida "Sostegno finanziario alle imprese".

Ciononostante, è essenziale precisare che, malgrado la convergenza nell'orientamento verso le PMI, emergono distinzioni evidenti dalla *Tabella 7* (per ulteriori dettagli, si rimanda all'Allegato 1). Mentre le iniziative belga e portoghese si concentrano principalmente sulla fornitura di sostegno finanziario alle piccole e medie imprese, riflettendo una priorità nel mitigare le sfide economiche affrontate dalle PMI in fase di transizione, le iniziative del Regno Unito e della Spagna attribuiscono una rilevanza più marcata alla fornitura di servizi consulenziali e formativi, mirando a una prospettiva più completa, considerando non solo le necessità finanziarie, ma anche le complessità operative e strategiche che accompagnano l'adozione delle tecnologie avanzate.

Questa diversificazione di approcci sottolinea l'importanza di un approccio multifattoriale nell'agevolare la transizione verso l'Industria 4.0. Su questa base, emerge come alcune delle iniziative connesse all'Industria 4.0 si conformino, per lo più, a uno o al massimo due dei principi guida delineati, con particolare enfasi su quello incentrato sul sostegno all'esigenza di risorse finanziarie.

La limitata esplorazione di altri aspetti cruciali, al di là della mera necessità di risorse, nelle iniziative legate all'Industria 4.0, costituisce una lacuna di notevole rilevanza che richiede attenta considerazione. Pur riconoscendo l'indispensabilità del sostegno finanziario per la realizzazione di progetti innovativi, l'accentuazione

esclusiva su questo aspetto rischia di trascurare il substrato fondamentale su cui si fonda questo fenomeno di trasformazione industriale. Attraverso la definizione di principi guida diversificati, è emersa la necessità di adottare un'ottica più ampia e integrata, che non si limiti esclusivamente alle esigenze finanziarie. Solo in questo modo sarà possibile garantire che tali iniziative si configurino come adeguate a sostenere le imprese nel complesso percorso di transizione verso l'Industria 4.0.

Dal lato opposto, sulla base del raggruppamento evidenziato nel capitolo precedente che vedeva insieme le iniziative di Belgio, Danimarca e USA, unite dalla comunanza nel fornire esclusivamente servizi, si può evidenziare come queste abbiano una lacuna proprio nel non fornire supporto finanziario diretto alle imprese coinvolte. Tuttavia, tale aspetto può essere bilanciato grazie alla loro focalizzazione su aspetti complementari che potrebbero attenuare questa assenza.

L'iniziativa Manufacturing Academy of Denmark si distingue come l'esempio di approccio più completo, arrivando quasi a colmare la mancanza di assistenza finanziaria fornendo alle imprese un pacchetto di supporto integrale. Attraverso consulenza specializzata, anche di natura tecnica, programmi di formazione e iniziative informative, nonché collaborazioni intersettoriali volte a colmare il divario tra la conoscenza avanzata e la sua applicazione pratica, questa iniziativa si propone di guidare le imprese lungo un percorso di successo verso l'Industria 4.0. Questo approccio non solo risponde prontamente alle esigenze immediate delle imprese, ma contribuisce anche a sostenerle nell'identificare e gestire in modo più efficace le risorse necessarie durante questa fase di transizione. In aggiunta, fornisce ai dirigenti una consapevolezza più approfondita delle nuove tecnologie, offrendo loro un orientamento che facilita un'adozione più fluida e crea un terreno fertile per l'innovazione e l'ottimizzazione dei processi. Infine, la condivisione delle migliori pratiche e l'opportunità di accedere e creare sinergie con altri attori si configurano come catalizzatori fondamentali per le PMI, consentendo loro di apprendere e progredire congiuntamente. Questo approccio sinergico non solo agevola la diffusione di conoscenze, ma amplifica la resilienza delle imprese attraverso una collaborazione interattiva, promuovendo un ambiente in cui il reciproco apprendimento diventa cruciale per affrontare le intricate dinamiche dell'Industria 4.0.

Un'analisi più approfondita della *Tabella 7* rivela chiaramente che i principi guida meno implementati riguardano l'infrastruttura IT, la consulenza tecnica, la sensibilizzazione e la diffusione delle buone pratiche.

Nel contesto dell'evoluzione verso l'Industria 4.0, è cruciale sottolineare che l'investimento mirato e strategico nelle infrastrutture IT si configura come un requisito imprescindibile per garantire una transizione fluida verso le nuove tecnologie, permettendo un adattamento alle nuove e complesse sfide tecnologiche che caratterizzano il panorama industriale in rapida trasformazione. La robustezza delle infrastrutture IT, dunque, non solo funge da fondamento solido per l'adozione di tecnologie avanzate, ma rappresenta anche un pilastro fondamentale per la competitività e la sostenibilità a lungo termine delle imprese in questo scenario in continua evoluzione. La consulenza tecnica si pone, altresì, come un elemento cruciale nel superare le barriere connesse alle sempre più pressanti preoccupazioni sulla sicurezza dei dati e alla carenza di standard adeguati. Questi ostacoli, di rilievo significativo nel complesso processo di adozione delle tecnologie dell'Industria 4.0, assumono un'importanza ancora maggiore quando si considera il contesto delle PMI. In questo scenario, caratterizzato spesso da risorse limitate e competenze specialistiche ridotte, l'accesso a una consulenza tecnica esperta diviene determinante. Questa non solo può fungere da guida strategica per affrontare le sfide legate alla sicurezza e agli standard, ma può anche offrire un supporto pratico nell'implementazione di soluzioni avanzate.

Oltretutto, è imprescindibile evidenziare come la sensibilizzazione e la diffusione delle migliori pratiche si configurino come elementi di rilievo in questo contesto. La mancanza di consapevolezza, soprattutto congiunta alla resistenza al cambiamento all'interno della struttura industriale, emerge come una delle principali ragioni che ostacolano l'entusiasmo delle imprese nel cogliere appieno le opportunità offerte dalle innovazioni legate all'Industria 4.0. L'instaurazione di una cultura aziendale propensa all'innovazione, incentrata sull'ampliamento del patrimonio di conoscenze al fine di instillare una comprensione più approfondita della trasformazione digitale, riveste un ruolo di notevole rilevanza. Tale approccio si configura come un mezzo efficace per agevolare una transizione più fluida e sinergica verso l'avanzato panorama dell'Industria 4.0. La promozione attiva delle migliori pratiche mira a guidare le imprese nell'individuare le misure più adatte alle loro specifiche esigenze e a potenziare la loro comprensione delle opportunità e dei benefici derivanti da questa rivoluzione digitale.

Un altro aspetto cruciale a cui dare rilievo è il principio guida della formazione, considerando che la carenza di competenze si è rivelata una fonte di ostacoli di notevole entità. Il suo posizionamento a metà della scala evidenzia indubbiamente il riconoscimento della sua importanza in questo percorso. Tuttavia, la disparità

rispetto al principio del sostegno finanziario, come già precedentemente evidenziato, suggerisce una comprensione non completamente esaustiva del ruolo di rilievo che la formazione gioca nell'ambito dell'Industria 4.0. È essenziale considerare che la formazione non solo fornisce competenze tecniche necessarie per adottare le nuove tecnologie, ma costituisce anche un pilastro fondamentale per la creazione di una cultura organizzativa che abbracci l'innovazione. Investire in programmi formativi mirati può non solo colmare le lacune di competenze esistenti, ma anche stimolare un ambiente in cui l'apprendimento continuo è valorizzato. Questo approccio, ancorato al principio guida della formazione, può favorire una transizione più armoniosa e sostenibile verso l'Industria 4.0, andando oltre la mera acquisizione di competenze tecniche per abbracciare una mentalità di adattamento e innovazione costante.

Nell'analisi dell'adeguatezza delle politiche proposte, è essenziale prendere in considerazione le classificazioni espresse nel capitolo precedente riguardo al livello di intervento e alla sua neutralità. L'approfondimento sul possesso dei principi guida, derivati dall'analisi delle principali sfide e ostacoli che limitano la diffusione delle tecnologie dell'Industria 4.0, ha messo in luce come le politiche dell'Italia e della Germania siano le più conformi a tali linee guida, nonostante il loro approccio neutrale a questa nuova frontiera dell'innovazione. Tuttavia, è opportuno evidenziare diversi aspetti.

Per quanto riguarda la Germania, i risultati emersi dalla ricerca indicano una lacuna significativa nei processi di formazione dei dipendenti, un elemento cruciale in questo percorso di transizione verso l'Industria 4.0. La mancanza di un adeguato focus sulla formazione potrebbe limitare la capacità delle imprese e dei lavoratori di acquisire le competenze necessarie per adottare appieno le tecnologie avanzate e partecipare attivamente alla trasformazione digitale. La ricerca suggerisce che tale supporto potrebbe non essere completamente allineato con le reali esigenze delle imprese durante il processo di transizione. Potrebbe essere necessario rivedere e potenziare le misure finanziarie per garantire che le imprese, soprattutto le PMI, possano affrontare in modo efficace le sfide legate all'adozione dell'Industria 4.0. Dall'altro lato, è fondamentale sottolineare il ruolo di primaria importanza sia svolto dalla Plattform Industrie 4.0 nella sensibilizzazione, consulenza tecnica e formazione manageriale, sia da parte dei centri di competenza di 'Mittelstand 4.0', particolarmente focalizzati sulle specifiche esigenze delle piccole e medie imprese (PMI) nel contesto del loro processo di digitalizzazione.

L'Italia, da parte sua, ha messo in atto una serie di strumenti volti a sostenere in maniera incisiva le necessità finanziarie delle imprese. Tali iniziative, oltre a denotare la volontà di favorire l'adozione di tecnologie avanzate e la modernizzazione degli asset aziendali, sono indirizzate all'agevolazione dei costi finalizzati all'elevazione delle competenze del personale. In parallelo, si assiste a un impegno nell'agevolare l'accesso delle PMI a consulenze specializzate in innovazione, concomitante a una promozione attiva della ricerca industriale.

Similmente alla Germania, l'investimento e la creazione di una rete di centri di competenza diffusi sul suolo nazionale ha dato vita ad autentici ecosistemi d'innovazione. Tali entità offrono alle imprese risorse, know-how e competenze di prim'ordine, consentendo loro di compiere passi significativi verso l'efficientamento di processi e produttività.

Questo contesto mette in luce come, anche politiche concepite come neutrali, ossia senza un preciso indirizzo degli sforzi innovativi verso settori o tecnologie specifiche, possano dimostrarsi appropriate nell'affrontare le sfide complesse legate all'Industria 4.0. La nozione di neutralità non dovrebbe essere confusa con un abbandono delle imprese durante il processo di transizione. Al contrario, adottare un approccio neutrale non esclude la possibilità di costruire una politica che affronti gli ostacoli incontrati dalle imprese. La neutralità può servire come base flessibile su cui costruire interventi volti a garantire un supporto adeguato e facilitare una transizione di successo verso l'Industria 4.0.

Conclusione

L'Industria 4.0 si basa sull'adozione di tecnologie produttive in grado di apportare notevoli vantaggi ridefinendo e potenziando vari aspetti delle imprese tradizionali. Queste tecnologie, innanzitutto, conferiscono una maggiore flessibilità ed efficienza, orchestrando sinergicamente diverse componenti della produzione attraverso una rete interconnessa. In aggiunta, la trasformazione delle infrastrutture produttive tradizionali in sistemi di produzione cyber-fisici costituisce un pilastro fondamentale dell'Industria 4.0. Tale concetto si materializza nella visione di una fabbrica interconnessa, dove processi informatici e di controllo operano in armonia. Questa evoluzione culmina nella creazione delle Smart Factories, dove l'informatica assume una centralità senza precedenti nel guidare e controllare tutte le attività produttive, raggiungendo livelli di ottimizzazione dei processi mai esperiti prima.

In sintesi, l'Industria 4.0 rappresenta un'opportunità senza precedenti per le aziende, consentendo loro di adottare nuovi approcci e abbracciare una visione più connessa e intelligente delle loro operazioni aziendali. Questo spiega come mai la sua attuazione sia al centro delle agende di numerose nazioni industrializzate, che hanno elaborato strategie nazionali mirate a ottenere o consolidare un vantaggio competitivo in questo contesto.

Pur perseguendo l'obiettivo comune di voler promuovere un'agevole adozione dell'Industria 4.0, le politiche nazionali evidenziano una complessità di approcci che supera notevolmente la mera convergenza di intenti. L'eterogeneità non è soltanto riscontrabile nei risultati auspicati, bensì permea profondamente la struttura stessa di tali iniziative. Emergono differenze sostanziali nella natura del supporto fornito, nella specificità rivolta a determinati attori, settori o tecnologie e nell'adozione di approcci distinti alla collaborazione.

Questa diversificazione non solo rispecchia la molteplicità di sfide affrontate da ciascuna nazione, ma attesta altresì la ricchezza di soluzioni nel contesto di questo fenomeno.

Tuttavia, il cammino verso l'attuazione dell'Industria 4.0 è costellato da sfide complesse che influenzano l'adozione e la diffusione delle tecnologie a essa legate.

La ricerca condotta ha evidenziato numerose sfide comuni, ma ha anche messo in risalto le differenze tra le grandi aziende e le piccole e medie imprese. Quest'ultime, in particolare, affrontano sfide accentuate a causa delle limitate risorse a disposizione e della necessità di apportare adattamenti e modifiche più dettagliati

per incorporare con successo le nuove tecnologie. Affrontare tali difficoltà è di vitale importanza, poiché solo superando questi ostacoli le imprese, indipendentemente dalle loro dimensioni, potranno sfruttare appieno i vantaggi derivanti dall'Industria 4.0 e prosperare in un'era di crescente digitalizzazione e automazione. In questo contesto, diviene evidente che l'implementazione di politiche adeguate da parte dei governi potrebbe facilitare l'adattamento delle imprese alle nuove condizioni create dal fenomeno

Nel complesso, è imperativo riconoscere che l'Industria 4.0 trascende la mera adozione di nuove tecnologie. Essa si configura come una sfida intrinsecamente complessa e multidimensionale, richiedendo una guida strategica accurata con pratiche gestionali avanzate, l'acquisizione di competenze specifiche e la creazione di strutture organizzative adatte a sfruttarne appieno il potenziale. Questa intricata complessità rappresenta uno dei motivi principali per cui si delineano diversi ostacoli alla diffusione delle tecnologie legate all'Industria 4.0. In questo panorama, l'educazione manageriale, la formazione del personale, la sensibilizzazione e la diffusione delle buone pratiche emergono come cardini di un approccio olistico, indispensabile per un'implementazione di successo. La definizione chiara degli standard e l'implementazione efficace della sicurezza informatica svolgono ruoli fondamentali all'interno di questo nuovo panorama. Standard ben definiti costituiscono il fondamento su cui si basa la coesione e l'interoperabilità delle tecnologie, facilitando la sinergia tra sistemi eterogenei. Contemporaneamente, la sicurezza informatica è garante dell'integrità e della riservatezza dell'intera infrastruttura digitale, contribuendo a preservare la fiducia essenziale nel contesto dell'industrializzazione digitalizzata. Ignorare o trascurare questi aspetti critici potrebbe compromettere la stabilità stessa dell'Industria 4.0. Pertanto, è fondamentale promuovere politiche che potenzino tali aspetti considerando il sempre crescente livello di interconnessione digitale.

In aggiunta, è importante adottare un approccio attento nei confronti delle PMI, riconoscendo la loro importanza nel panorama economico. Le politiche dovrebbero essere progettate tenendo accuratamente in considerazione le peculiarità e le sfide distintive per queste imprese, garantendo loro accesso a risorse finanziarie adeguate, programmi formativi e opportunità di collaborazione mirate a facilitare la loro transizione verso l'Industria 4.0.

In seguito a quanto esposto, l'irrompere dell'Industria 4.0 ha dato vita a un dibattito di rilevanza cruciale, incentrato sulla sua autentica essenza. Al cuore di questa discussione sorge l'interrogativo fondamentale se l'Industria 4.0 debba essere

concepita come una rivoluzione, capace di ridefinire radicalmente le fondamenta dell'industria e della società, oppure come uno sviluppo in continuità, che estende e perfeziona le tecnologie già esistenti. Tale disputa va oltre il mero ambito teorico, poiché comporta sostanziali implicazioni nella formulazione delle politiche pubbliche necessarie per gestire questo fenomeno.

Nella prospettiva di un'Industria 4.0 considerata come rivoluzione, emerge un quadro di trasformazione profonda con un potenziale impatto sociale di ampia portata. In questo scenario, si delineano esigenze di politiche caratterizzate da una guida più attiva e direzionale, orientate a gestire cambiamenti su ampia scala attraverso interventi mirati e costosi per affrontare le sfide emergenti. Dall'altro lato, considerare l'Industria 4.0 come uno sviluppo in continuità sottolinea che le tecnologie avanzate rappresentano un'estensione naturale delle pratiche esistenti. In questo contesto, politiche più neutrali potrebbero risultare sufficienti per agevolare l'adozione organica delle tecnologie senza richiedere interventi specificatamente orientati.

In conclusione, l'Industria 4.0 si configura come un fenomeno complesso il cui impatto varia tra le diverse realtà aziendali, portando con sé sfide e opportunità uniche. Nonostante il persistere del dibattito sulla sua natura rivoluzionaria o evolutiva, è innegabile che l'implementazione di politiche incentrate su tale fenomeno sia cruciale. La chiave del successo in questo contesto è adottare un approccio olistico che vada oltre il semplice sostegno finanziario. Solo attraverso un approccio integrato e orientato al futuro, le imprese saranno in grado di plasmare con successo il loro percorso di adozione dell'Industria 4.0.

Bibliografia

- [1] D. B. Lisa De Propriis, «Disruptive Industry 4.0+,» in *Industry 4.0 and Regional Transformations*, London, Routledge, 2020, p. 22.
- [4] Commissione Europea, «Una strategia europea per le tecnologie abilitanti – Un ponte verso la crescita e l'occupazione,» 2012. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52012DC0341>.
- [5] M. Rößmann, P. G. M. Lorenz, M. Waldner, P. Engel, M. Harnisch e J. Justus, «Boston Consulting Group,» Boston Consulting Group, 9 aprile 2015. [Online]. Available: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.
- [6] Punto Impresa Digitale, «Tecnologie Abilitanti,» 2017. [Online]. Available: https://www.pnud.camcom.it/allegati/digitalizzazione/pid/tecnologie_abilitanti.pdf.
- [7] Ministero delle Imprese e del Made in Italy, «Piano nazionale Industria 4.0,» 2016. [Online]. Available: https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/Piano_Industria_40.pdf.
- [8] L. Iuliano, *Introduzione all'AM*, Torino: Politecnico di Torino, 2023.
- [10] D. Andrews, G. Nicoletti e C. Timiliotis, «Going digital: What determines technology diffusion among firms?,» giugno 2018. [Online]. Available: <https://www.oecd.org/global-forum-productivity/events/Background-paper-Going-digital-What-determines-technology-diffusion-among-firms-Ottawa-2018.pdf>.
- [11] D. Horváth e R. Szabó, «Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities?,» *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 146, settembre 2019.
- [12] Dubey et al., «Can big data and predictive analytics improve social and environmental sustainability?,» *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 144, 29 aprile 2017.

- [13] M. Cugno, R. Castagnoli e G. Büchi, «Openness to Industry 4.0 and performance: The impact of barriers and incentives,» *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 168, luglio 2021.
- [14] J. M. Müller, O. Buliga e K.-I. Voigt, «How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0,» *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 132, 2018.
- [15] M. Ariane Hellinger, «industrie_4_0_umsetzungsempfehlungen,» 2 ottobre 2012. [Online]. Available: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/industrie_4_0_umsetzungsempfehlungen.pdf.
- [16] W. Mattauch, «Digitising European Industries - Member States Profile: Germany,» 26 10 2017. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/de_country_analysis.pdf.
- [17] Federal Ministry For Economic Affairs And Climate Action, «Industrie 4.0,» [Online].
- [20] A. Grond, P. d. Hertog, M. Janssen, F. Nieuwenhuis, A. Vankan e R. t. Velde, «Evaluatie Smart Industry Programma,» 15 febbraio 2021. [Online]. Available: <https://www.dialogic.nl/wp-content/uploads/2021/04/20210215-Dialogic-2021-Evaluatie-Smart-Industry-programma-final.pdf>.
- [21] J. Larosse, «THE NETHERLANDS: SMART INDUSTRY,» 10 10 2017. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/nl_country_analysis.pdf.
- [26] European Commission, «Denmark: Manufacturing Academy of Denmark (MADE),» giugno 2017. [Online]. Available: https://ati.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-06/DTM_MADE_DK%20v3_0.pdf.
- [27] M. Nørby, «MANUFACTURING ACADEMY OF DENMARK AND THE MADE FAST PROGRAM,» [Online]. Available: <https://investindk.com/publications/manufacturing-academy-of-denmark-and-the-made-fast-program>.
- [28] T. Åström, E. Arnold e J. Olsson, «Metautvärdering av andra omgången strategiska innovationsprogram efter sex år,» dicembre 2020. [Online]. Available: <https://www.vinnova.se/contentassets/e9aafdfe5f67491ab2f7016758458ac>

- 5/metautvardering-av-andra-omgangen-strategiska-innovationsprogram-efter-sex-ar.pdf?cb=20201215174117.
- [29] VINNOVA, «Strategiska innovationsagendor En kartläggning av finansierade agendor,» 2017. [Online]. Available: https://www.vinnova.se/contentassets/689146a8bd274c52b3f177a8a125827a/swecos-kartlaggning-av-strategiska-innovationsagendor_20170601pdf.pdf.
- [30] C. Warrol, «Styrdokument för Produktion2030,» 29 11 2016. [Online]. Available: <https://produktion2030.se/wp-content/uploads/Styrdokument-fo%CC%88r-Produktion2030-version-juli-20181.pdf>.
- [31] T. Fridholm e L. Gustavsson, «Nioårsutvärdering av strategiska innovationsprogram: Produktion2030,» dicembre 2022. [Online]. Available: https://www.vinnova.se/contentassets/b9539091e5f14bdc8b5841272dc35f77/sip9_produktion2030_221202.pdf?cb=20221212110015.
- [32] S. Löfven, «En politik för tillväxt och utveckling i svensk industri,» 26 marzo 2018. [Online]. Available: <https://www.regeringen.se/contentassets/4fbfd70a0c2e4703990a77051ff60cde/171820200webb.pdf>.
- [34] Oxford Research, «Utvärdering av Tillväxtverkets regeringsuppdrag Smart industri i regionerna 2.0,» 18 giugno 2021. [Online]. Available: <https://oxfordresearch.se/wp-content/uploads/2021/11/Utvardering-av-SMIR-2.0-Slutrapport-2021-06-18.pdf>.
- [35] A.-K. Gustafsson e Eurofound, «Implementation of a Program for SMEs robotisation,» 2018. [Online]. Available: https://static.eurofound.europa.eu/covid19db/cases/SE-2018-1_2689.html. [Consultato il giorno ottobre 2023].
- [36] Tillväxtverket, «Utvärdering av Digitaliseringslyftet,» 2020. [Online]. Available: https://tillvaxtverket.se/download/18.6855bfcf184896002ffbad/1668765850424/Bilaga%203_Ramboll%20_Utv%C3%A4rdering%20Digitaliseringslyftet_200330_B0.pdf.
- [39] National Science and Technology Council, «A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing,» febbraio 2012. [Online]. Available: https://www.manufacturing.gov/sites/default/files/2018-01/nstc_feb2012.pdf.
- [40] President's Council of Advisors on Science and Technology, «Report to the President on Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced

- Manufacturing,» luglio 2012. [Online]. Available: https://s3.amazonaws.com/sitesusa/wp-content/uploads/sites/802/2017/06/pcast_amp_steering_committee_report_final_july_27_2012.pdf.
- [41] Congressional Research Service, «The Network for Manufacturing Innovation,» 8 gennaio 2015. [Online]. Available: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R43857/6>.
- [44] M. J. Zenglein e A. Holzmann, «Evolving Made in China 2025,» 2 luglio 2019. [Online]. Available: <https://merics.org/sites/default/files/2020-04/MPOC%20Made%20%20in%20China%202025.pdf>.
- [45] R. Boog, J. Schnobrich, R. Sommer e P. Trompisch, «Case study on the Plattform Industrie 4.0, Austria,» 2019. [Online]. Available: https://plattformindustrie40.at/wp-content/uploads/2020/05/PlattformIndustrie_Austria_TIPDigitalCaseStudy2019_0.pdf.
- [48] Ministero dell'Energia del Commercio e dell'Industria, «Η Νέα Βιομηχανική Πολιτική της Κύπρου 2019-2030,» 29 12 2020. [Online]. Available: https://meci.gov.cy/assets/modules/wnp/articles/202012/86/docs/neavio_michaniki.pdf.
- [49] OECD.AI Policy Observatory, «AI 4.0,» [Online]. Available: <https://oecd.ai/en/dashboards/policy-initiatives/http:%2F%2Faiipo.oecd.org%2F2021-data-policyInitiatives-26932>. [Consultato il giorno luglio 2023].
- [50] P. Faure e P. Darmayan, «Le plan français « Industrie du futur »,» Institut Mines-Télécom, novembre 2016. [Online]. Available: <https://www.cairn.info/revue-realites-industrielles-2016-4-page-57.htm>. [Consultato il giorno luglio 2023].
- [54] C. López-Gómez, «Driving technology diffusion in the UK: Industry 4.0 and the Made Smarter Programme,» 2021 ottobre. [Online]. Available: https://www.ciip.group.cam.ac.uk/reports-and-articles/driving-technology-diffusion-uk-industry-40-and-ma/download/Made_Smarter_UK_response_to_I40_final.pdf.
- [55] Ministerio de Industria Comercio y Turismo, «LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA,» [Online]. Available: <https://www.industriaconectada40.gob.es/SiteCollectionDocuments/informe-industria-conectada40.pdf>.

- [56] Die österreichische Förderagentur für wirtschaftsnahе Forschung Entwicklung und Innovation, «Digital Pioneers Schecks 2023,» [Online]. Available: <https://www.ffg.at/ausschreibung/DigitalPioneersSchecks2023>. [Consultato il giorno ottobre 2023].
- [62] D. Foray, «Innovation policy and directionality - a case for policy engineering,» 2023. [Online]. Available: <https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/documents/20125/1073546/Innovation+policy+and+directionality+DF.pdf/8cf3c9c5-3464-7f13-d7ae-bbbdaeb79013?t=1692960911792>.
- [63] R. A. Decker, J. Haltiwanger, R. S. Jarmin e J. Miranda, «Declining Dynamism, Allocative Efficiency, and the Productivity Slowdown,» *AMERICAN ECONOMIC REVIEW*, vol. 107, n. 5, pp. 322-26, 5 maggio 2017.
- [64] C. Criscuolo, G. P. N. e M. Carlo, «The Dynamics of of Employment Growth: New Evidence from 18 Countries,» 2014. [Online]. Available: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jz417hj6hg6-en.pdf?expires=1699630635&id=id&accname=guest&checksum=CAE9F6CDBA866F3B913A078C4D0843E1>.
- [65] I. Hathaway e R. E. Litan, «Declining Business Dynamism in the United States: A Look at States and Metros,» *Brookings Institution*, 5 maggio 2014.
- [66] M. A. McGowan, D. Andrews e V. Millot, «The Walking Dead? Zombie Firms and Productivity Performance in OECD countries,» 10 gennaio 2017. [Online]. Available: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/180d80ad-en.pdf?expires=1699631160&id=id&accname=guest&checksum=FB586EA991D6D33AD8DDC950A16ED603>.
- [67] A. Raj, G. Dwivedi, A. Sharma, A. B. Lopes de Sousa Jabbour e S. Rajak, «Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective,» *International Journal of Production Economics*, vol. 224, giugno 2020.
- [68] J. S. Chunguang Bai, «A grey-based DEMATEL model for evaluating business process management critical success factors,» *International Journal of Production Economics*, vol. 146, n. 1, pp. 281-292, novembre 2013.
- [69] O. Mastrillo, «Investimenti nell'industria 4.0 un successo a metà. Alla Liuc i dati che raccontano i limiti del cambiamento,» *VareseNews*, 2023.

- [70] C. Schröder, «The Challenges of Industry 4.0 for Small and Medium-sized Enterprises,» 2017. [Online]. Available: <https://library.fes.de/pdf-files/wiso/12683.pdf>.
- [71] M. Breunig, R. Kelly, R. Mathis e D. Wee, «Getting the most out of Industry 4.0,» McKinsey & Company, 2017.
- [72] K. Kovaitė, P. Šūmakaris e J. Stankeviciene, «Digital communication channels in Industry 4.0 implementation: the role of internal communication,» *Management : Journal of Contemporary Management Issues*, vol. 25, n. 1, pp. 171-191, 2020.
- [73] I. Lee e K. Lee, «The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises,» *Business Horizons*, vol. 58, n. 4, pp. 431-440, 2015.
- [74] D. Bailey e L. D. Propris, «Industry 4.0 and transformative regional industrial policy,» in *Industry 4.0 and Regional Transformations*, London, Routledge, 2020, p. 15.
- [75] D. T. Matt, V. Modrák e H. Zsifkovits, *Industry 4.0 for SMEs*, Palgrave Macmillan, 2020.
- [76] Cour des comptes, «Le Programme D'investissement D'avenir: un acquis a consolider, un role specifique a mieux definir,» ottobre 2021. [Online]. Available: <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2021-10/20211027-OD-S2021-2089-PIA.pdf>.
- [78] J. Larosse, «Belgium: Industrie 4.0 / Digital Wallonia / bedigital.Brussels / Digital Belgium / Made Different,» 2017. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/be_country_analysis.pdf.
- [80] U.S. Department Of The Treasury, «RESEARCH AND EXPERIMENTATION (R&E) CREDIT,» [Online]. Available: <https://home.treasury.gov/system/files/131/RE-Credit.pdf>.
- [81] Ministerio de Industria Comercio y Turismo, «Documento consolidado BOE-A-2021-11212,» marzo 2021. [Online]. Available: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2021-11212>.
- [84] Bank of Ireland, «Future Growth Loan Scheme,» [Online]. Available: https://businessbanking.bankofireland.com/app/uploads/1254890_1247675-SBCI-FGLS-Digital-Brochure-Rebrand-FA.pdf.

- [93] P. Chèques-entreprises, «Guide d'utilisation - Bénéficiaire,» [Online]. Available: <https://www.cheques-entreprises.be/wp-content/uploads/2019/03/BENEFICIAIRE.pdf>.
- [94] MADE – Manufacturing Academy of Denmark, «Vedtægter for Foreningen MADE,» [Online]. Available: <https://www.made.dk/wp-content/uploads/2023/05/Vedtaegter-foreningen-MADE-2023.pdf>.
- [95] B. France, «Appel à Projets Industrie du Futur,» [Online]. Available: https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2015/10/aap_piave_industrie_du_futur_0.pdf.
- [98] Ministry of Economic Affairs and Climate Policy, «Manual WBSO 2023,» [Online]. Available: https://english.rvo.nl/sites/default/files/2023-05/Manual_WBSO_2023_0_0.pdf.
- [99] J. Larosse, «FRANCE: ALLIANCE INDUSTRIE DU FUTUR,» 10 10 2017. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/fr_country_analysis.pdf.
- [100] Project team of Smart Industry Program, «Smart Industry: Dutch Industry fit for the future,» 2014. [Online]. Available: <https://wp.workplaceinnovation.org/wp-content/uploads/sites/2/2020/08/Smart-Industry.pdf>.
- [101] Deloitte, «Indústria 4.0,» [Online]. Available: https://cotecportugal.pt/wp-content/uploads/2020/02/industria4_0medidas-pt-1.pdf.

Sitografia

- [2] K. Schwab, «World Economic Forum,» 14 gennaio 2016. [Online]. Available: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [3] N. Davis, «World Economic Forum,» 19 gennaio 2016. [Online]. Available: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/what-is-the-fourth-industrial-revolution/>. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [9] J. Rifkin, «The 2016 World Economic Forum Misfires With Its Fourth Industrial Revolution Theme,» [Online]. Available: https://www.huffpost.com/entry/the-2016-world-economic-f_b_8975326. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [18] Camera dei deputati, «Da Industria 4.0 a Transizione 4.0,» 20 marzo 2023. [Online]. Available: https://temi.camera.it/leg19/temi/19_t118_indagine_conoscitiva_industria_4_0_d.html. [Consultato il giorno agosto 2023].
- [19] Ministero delle Imprese e del Made in Italy, «CREDITO D'IMPOSTA PER INVESTIMENTI IN BENI STRUMENTALI,» [Online]. Available: <https://www.mimit.gov.it/it/incentivi/credito-dimposta-per-investimenti-in-beni-strumentali>. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [22] Business.gov.nl, «R&D tax credit (WBSO),» [Online]. Available: <https://business.gov.nl/subsidy/wbso/>. [Consultato il giorno ottobre 2023].
- [23] Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, «Innovatiekrediet,» aprile 2022. [Online]. Available: <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/innovatiekrediet#voorwaarden>. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [24] Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, «Staatscourant van het Koninkrijk der Nederlanden,» marzo 2023. [Online]. Available: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2023-8117.html>. [Consultato il giorno ottobre 2023].
- [25] Manufacturing Academy of Denmark, «ABOUT MADE,» [Online]. Available: <https://www.made.dk/en/about/>. [Consultato il giorno luglio 2023].
- [33] Sveriges regering, «Uppdrag till Tillväxtverket att främja Smart industri på regional nivå,» gennaio 2018. [Online]. Available: <https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2018/01/uppdrag-till->

- tillvaxtverket-att-framja-smart-industri-pa-regional-niva/. [Consultato il giorno ottobre 2023].
- [37] VINNOVA, «Testbäddar i Sverige,» [Online]. Available: <https://www.vinnova.se/m/testbadd-sverige/landets-testbaddar/>. [Consultato il giorno ottobre 2023].
- [38] The White House: Office of the Press Secretary, «President Obama Launches Advanced Manufacturing Partnership,» The White House, 24 giugno 2011. [Online]. Available: <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2011/06/24/president-obama-launches-advanced-manufacturing-partnership>. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [42] Consiglio di Stato, «国务院关于印发《中国制造2025》的通知: Avviso del Consiglio di Stato sull'emissione di "Made in China 2025",» 19 maggio 2015. [Online]. Available: https://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [43] M. Wei, «中国制造2025 : 迈向制造强国之路,» 26 maggio 2015. [Online]. Available: <http://politics.people.com.cn/n/2015/0526/c1001-27054632.html>. [Consultato il giorno ottobre 2023].
- [46] Made Different, «About Made Different,» 24 febbraio 2016. [Online]. Available: <https://www.madedifferent.be/en/about-made-different>. [Consultato il giorno luglio 2023].
- [47] National Coalition member, «Digital Wallonia,» [Online]. Available: <https://digiskillsbelgium.be/organization/digital-wallonia/>. [Consultato il giorno luglio 2023].
- [51] Ministero della Digital Governance, «Digital Transformation Bible 2020-2025,» luglio 2019. [Online]. Available: https://digitalstrategy.gov.gr/en/vivlos_pdf. [Consultato il giorno ottobre 2023].
- [52] Department of Business Enterprise and Innovation, «Ireland's Industry 4.0 Strategy 2020-2025: Supporting the digital transformation of the manufacturing sector and its supply chain,» 2019. [Online]. Available: <https://enterprise.gov.ie/en/publications/publication-files/irelands-industry-4-strategy-2020-2025.pdf>. [Consultato il giorno luglio 2023].
- [53] COTEC, «Indústria 4.0,» aprile 2019. [Online]. Available: https://cotecportugal.pt/wp-content/uploads/2020/01/COTEC_Programa-

- i4.0_Segunda-Fase_vflgeral-logo.pdf. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [57] Iapmei, «Indústria 4.0 | Incentivos,» [Online]. Available: <https://www.iapmei.pt/PRODUTOS-E-SERVICOS/Incentivos-Financiamento/Sistemas-de-Incentivos/Arquivo/Incentivos-Portugal-2020/Industria-4-0.aspx>. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [58] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, «Documento BOE-A-2022-14113,» [Online]. Available: <https://www.boe.es/eli/es/o/2022/08/12/ict819>. [Consultato il giorno luglio 2023].
- [59] Digital Wallonia.be, «Les 5 ans du fonds W.IN.G by Digital Wallonia,» [Online]. Available: <https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/wing-digital-wallonia-5ans/>. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [60] LNI 4.0, «LNI 4.0 ist ein vorwettbewerblicher und gemeinnütziger Verein,» [Online]. Available: <https://lni40.de/ueber-uns/>. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [61] Business Finland, «AI Business,» [Online]. Available: <https://www.businessfinland.fi/en/for-finnish-customers/services/programs/ended-programs/ai-business>. [Consultato il giorno luglio 2023].
- [77] Bundesministeriums für Bildung und Forschung von Richtlinien zur Förderung, «Bekanntmachung,» [Online]. Available: https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/bekanntmachungen/de/2014/06/945_bekanntmachung.html. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [79] Ministero delle Imprese e del Made in Italy, «CREDITO D'IMPOSTA RICERCA E SVILUPPO, INNOVAZIONE TECNOLOGICA, DESIGN E IDEAZIONE ESTETICA,» [Online]. Available: <https://www.mimit.gov.it/it/incentivi/credito-d-imposta-r-s>. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [82] Direction des projets de recherches, «Bénéficiaire d'une subvention "OP IN" pour les innovations de procédé et/ou d'organisation,» [Online]. Available: <https://www.wallonie.be/fr/demarches/beneficiaire-dune-subvention-op-pour-les-innovations-de-procede-etou-dorganisation#endetail>. [Consultato il giorno ottobre 2023].
- [83] IDA Ireland, «GUIDELINES FOR COMPLETING AN APPLICATION FOR IDA IRELAND RD&I GRANT SUPPORT,» [Online]. Available: <https://www.idaireland.com/getmedia/d3727e88-bb50-4efb-bbbc->

- cf121321ddb3/RDI-Grant-Application-Form-Guidelines-(v1-1).pdf.
[Consultato il giorno settembre 2023].
- [85] Direção-Geral das Atividades Económicas, «Ficha Linha Capitalizar 2018,» [Online]. Available: <https://www.dgae.gov.pt/gestao-de-ficheiros-externos-dgae-ano-2018/ficha-linha-capitalizar-2018.aspx>. [Consultato il giorno ottobre 2023].
- [86] Ministero delle Imprese e del Made in Italy, «Contratti di sviluppo,» [Online]. Available: <https://www.mimit.gov.it/index.php/it/incentivi/contratti-di-sviluppo>. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [87] HEY Growth Hub, «Made Smarter Programme,» [Online]. Available: <https://heygrowthhub.com/made-smarter-programme/>. [Consultato il giorno luglio 2023].
- [88] Ministerio de Industria Comercio y Turismo, «Estrategia Nacional IC 4.0,» [Online]. Available: <https://www.industriaconectada40.gob.es/estrategias-informes/estrategia-nacional-IC40/Paginas/descripcion-estrategia-IC40.aspx>. [Consultato il giorno luglio 2023].
- [89] Support chèques-entreprises, «Chèques-entreprises: Comment ça marche?,» [Online]. Available: <https://www.chèques-entreprises.be/comment-ca-marche/>. [Consultato il giorno ottobre 2023].
- [90] Ministero delle Imprese e del Made in Italy, «Beni strumentali - Nuova Sabatini,» [Online]. Available: <https://www.mimit.gov.it/it/incentivi/agevolazioni-per-gli-investimenti-delle-pmi-in-beni-strumentali-nuova-sabatini>. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [91] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, «Documento BOE-A-2021-21192,» [Online]. Available: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-21192. [Consultato il giorno luglio 2023].
- [92] Ministero delle Imprese e del Made in Italy, «Centri di competenza ad alta specializzazione,» [Online]. Available: <https://www.mimit.gov.it/it/incentivi/centri-di-competenza-ad-alta-specializzazione>. [Consultato il giorno settembre 2023].
- [96] Ministero delle Imprese e del Made in Italy, «CREDITO D'IMPOSTA FORMAZIONE 4.0,» [Online]. Available: <https://www.mimit.gov.it/it/incentivi/credito-d-imposta-formazione-4-0>. [Consultato il giorno settembre 2023].

- [97] V. C., «Accordi per l'innovazione: cosa sono, come funzionano e domanda,» [Online]. Available: <https://www.ticonsiglio.com/accordi-per-innovazione/>. [Consultato il giorno ottobre 2023].
- [102] NIST OFFICE OF ADVANCED MANUFACTURING (OAM), «About the NIST Office of Advanced Manufacturing and Institutes,» 2 agosto 2016. [Online]. Available: <https://www.nist.gov/oam/about-us>. [Consultato il giorno settembre 2023].

Allegati

Allegato 1 – Strumenti di supporto

BANDI PUBBLICI	
Francia	Promozione di progetti industriali tramite bandi che includono assistenza finanziaria pubblica, in particolare all'interno del quadro del Programme d'investissements d'avenir (PIA). I finanziamenti nel contesto di tale programma assumono diverse forme, tra cui dotazioni non consumabili, strumenti sovvenzionali come sovvenzioni e anticipi rimborsabili, e strumenti finanziari come prestiti e acquisizioni di partecipazioni. Questa diversificazione consente di adattare i finanziamenti alle esigenze specifiche dei progetti e dei beneficiari, in base alla loro natura e al loro rischio [76].
Germania	Il Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) supporta iniziative legate all'Industria 4.0 attraverso progetti di ricerca cooperativi precompetitivi. Questi progetti mirano a potenziare la produzione in Germania, equipaggiando le imprese manifatturiere con le capacità necessarie per adattarsi ai cambiamenti e plasmare la trasformazione richiesta. Questi finanziamenti possono essere concessi come contributi non rimborsabili, ma è richiesta una partecipazione propria adeguata, di solito almeno del 50% dei costi ammissibili [77].
Svezia	Produktion2030 in Svezia è beneficiario di fondi forniti da Vinnova per stimolare l'innovazione e il progresso nel settore manifatturiero. Questi fondi sono resi disponibili attraverso procedure competitive, ovvero bandi, che dettagliano chi può candidarsi per ottenere il finanziamento. Questi finanziamenti sono destinati a tre categorie principali di progetti: progetti di idee, per sviluppare concetti innovativi in fase iniziale, progetti di Ricerca e Sviluppo (R&S), per sviluppare soluzioni tecniche più avanzate, progetti di Testbed, per condurre sperimentazioni avanzate in ambienti di prova. Tutti i finanziamenti sono concessi come sovvenzioni, senza l'obbligo di restituzione. [29].
Belgio	Digital Wallonia è un piano strategico che punta a supportare la trasformazione digitale in Vallonia, Belgio. Questo piano prevede il supporto mirato attraverso bandi aperti specificamente destinati ad organizzazioni certificate, come i poli e i centri di competenza. Queste organizzazioni certificate svolgono un ruolo cruciale nell'orientare e promuovere le iniziative di trasformazione digitale [78].
Austria	"Digital Pioneers – dein digitales Jahr" è un programma della Plattform Industrie 4.0 finanziato dal Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Questo programma mira a coinvolgere donne tra i 17 e i 27 anni, offrendo loro l'opportunità di esplorare professioni digitali e tecniche. Il programma si suddivide in due moduli. Nel modulo 1, le partecipanti affrontano una fase di formazione di base della durata di 10 settimane, durante la quale acquisiscono competenze fondamentali in programmazione, innovazione, creatività e gestione dei progetti. Il modulo 2 prevede un periodo pratico di otto mesi presso un'azienda industriale. Le imprese industriali che partecipano al programma Digital Pioneers della piattaforma Industria 4.0 e che hanno una sede operativa o una filiale in Austria sono idonee a presentare domanda per il finanziamento. La sovvenzione è fornita sotto forma di contributi non rimborsabili sul totale della fattura e ammonta a un massimo di 5.000 EUR per dipendente [56].
STRUMENTI FISCALI	
Francia	In tutte le regioni, programmi di sostegno sono stati avviati per accompagnare le PMI nella loro modernizzazione. Le aziende ricevono diagnosi personalizzate finanziate dai Consigli regionali. I progetti successivi a queste diagnosi possono ottenere prestiti da Bpifrance e incentivi fiscali. Inoltre, un sovrapprezzo fiscale riduce l'imposta sulle spese di investimento del 13% per le aziende. Sul sito dell'Alliance Industrie du Futur sono presenti 150 esempi concreti di

	implementazione. Inoltre, l'Alleanza assegna un marchio ai progetti più riusciti [50].
Olanda	Il Credito d'imposta WBSO (Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk) è un incentivo fiscale nei Paesi Bassi progettato per incoraggiare e sostenere l'innovazione, la ricerca e lo sviluppo tecnologico all'interno delle imprese. Questo beneficio fiscale permette alle imprese di ridurre l'onere fiscale complessivo, aiutandole a recuperare una parte dei costi investiti nell'innovazione e nella ricerca [22].
Irlanda	L'iniziativa per la creazione di un regime di ammortamento accelerato nell'ambito dell'Industry 4.0 Strategy in Irlanda è volta a semplificare il processo di deduzione dei costi relativi all'acquisto di attrezzature e beni immateriali necessari per l'adozione dell'Industria 4.0. Questa misura mira a incrementare il flusso di cassa disponibile per le aziende, incentivando gli investimenti. Di conseguenza, le imprese possono ottenere un ritorno sugli investimenti più rapido e utilizzare queste risorse finanziarie per finanziare nuovi progetti o espansioni [52].
Italia	In Italia, esistono strumenti fiscali per sostenere l'Industria 4.0, tra cui il "Credito d'imposta per investimenti in beni strumentali nuovi," che incentiva l'acquisto di beni nuovi, inclusi beni immateriali, che contribuiscono alla trasformazione tecnologica [19]. Il "Credito d'imposta per investimenti in ricerca e sviluppo, transizione ecologica, innovazione tecnologica 4.0 e altre attività innovative" per favorire investimenti in settori chiave [79]. Inoltre, il "Credito d'imposta per le spese di formazione nel settore delle tecnologie 4.0" sostiene la formazione dei dipendenti. Lo strumento precedentemente noto come "Patent Box" [18] offre vantaggi fiscali per attività di ricerca legate a beni immateriali e l'"ACE (Aiuto alla Crescita Economica)" permette alle imprese di dedurre un importo basato sul rendimento nozionale del nuovo capitale proprio [18].
Cina	Uno dei principali strumenti utilizzati per promuovere l'iniziativa "Made in China 2025" è l'offerta di incentivi fiscali alle imprese coinvolte in progetti rilevanti per MIC25. Questi incentivi possono comprendere esenzioni fiscali, sconti sulle aliquote fiscali standard e agevolazioni fiscali specifiche. L'obiettivo di questi incentivi è promuovere l'innovazione, l'adozione di tecnologie avanzate e la modernizzazione industriale all'interno dell'industria cinese [44].
USA	Nell'ambito del National Strategic Plan for Advanced Manufacturing, l'incentivo fiscale per la ricerca e sperimentazione (R&E) si presenta come un potente strumento per rimuovere le barriere agli investimenti in innovazione. Con questo incentivo, le imprese che investono in R&S possono beneficiare di crediti d'imposta che alleggeriscono il loro onere fiscale, rendendo gli investimenti in R&S più attraenti. Inizialmente istituito nel 1981, il credito d'imposta per la R&S è stato soggetto a temporanee estensioni prima di diventare permanente tramite il Protecting Americans from Tax Hikes (PATH) Act del 2015. Questo strumento fiscale opera in modo incrementale, il che significa che l'importo del credito dipende dall'ammontare delle spese di ricerca qualificate che superano una soglia predefinita, moltiplicato per il tasso di credito applicabile [80].
PROGRAMMI DI FINANZIAMENTO	
Cina	Le zone dimostrative e i progetti pilota designati nell'ambito di MIC25 possono ricevere finanziamenti diretti da parte del governo cinese o di enti pubblici. Questi finanziamenti diretti servono a sostenere l'avvio e lo sviluppo di progetti strategici in queste aree, contribuendo a creare un ambiente favorevole all'innovazione e alla modernizzazione. Grandi banche di proprietà statale come la China Construction Bank (CCB), l'Industrial and Commercial Bank of China (ICBC) e la China Development Bank (CDB) svolgono un ruolo significativo nell'offrire finanziamenti per i progetti chiave di MIC25. Il governo cinese fa ampio uso di fondi nazionali di investimento per sostenere gli obiettivi strategici di MIC25. Tra questi, spicca il National IC Industry Investment Fund, che è affiliato allo Stato e ha raccolto notevoli fondi per sostenere l'industria dei circuiti integrati. Questi fondi nazionali vengono utilizzati per promuovere

	<p>investimenti in settori emergenti e facilitare risultati innovativi nel campo della scienza e della tecnologia.</p> <p>Nel contesto della strategia, viene attribuita particolare importanza alle PMI. Sono stati istituiti specifici programmi di finanziamento agevolato concepiti per favorire la partecipazione attiva delle PMI a questa strategia di sviluppo industriale [44].</p>
Spagna	<p>Le imprese coinvolte in attività industriali e che non rientrano nel settore pubblico, indipendentemente dalle loro dimensioni, hanno l'opportunità di beneficiare del programma ACTIVA Financiación. Questo programma prevede la concessione, in regime di concorrenza competitiva, di aiuti a progetti di ricerca e sviluppo, nonché di progetti di innovazione organizzativa e di processi che contribuiscono alla trasformazione digitale delle imprese e al miglioramento della loro sostenibilità ambientale attraverso la digitalizzazione.</p> <p>Gli aiuti disciplinati da tale ordinanza si suddividono in una linea specifica per le PMI e un'altra per le grandi realizzazioni (accessibile anche alle PMI con progetti di maggiori dimensioni). Il sostegno può essere concesso sotto forma di prestiti, sussidi o una combinazione di entrambi. I relativi bandi stabiliranno la forma specifica dell'aiuto e l'importo massimo in euro della sovvenzione da concedere, basandosi sulle disponibilità di bilancio. L'importo può essere legato alle dimensioni dell'impresa, al tipo di progetto, alla linea di azione o alla tipologia di spesa finanziabile, rispettando comunque le soglie massime previste. [81].</p>
Grecia	<p>Al fine di massimizzare l'uso dei nuovi servizi digitali, la politica di trasformazione digitale in Grecia pone un'attenzione particolare sull'offerta di finanziamenti alle imprese e ai diversi gruppi demografici. Questi incentivi sono pensati per accelerare l'adozione delle tecnologie digitali e per promuovere ulteriormente lo sviluppo delle competenze digitali all'interno della società greca [51].</p>
Belgio	<p>Nel contesto del programma Made Different Digital Wallonia, il meccanismo di assistenza "OP IN" (Operating Innovation) fornisce supporto alle imprese per innovazioni legate all'organizzazione e/o ai processi, al fine di implementare nuovi metodi o approcci nell'organizzazione aziendale o nei processi produttivi con l'obiettivo di aumentare il valore aggiunto prodotto dall'azienda. Questo programma è aperto a persone giuridiche costituite sotto forma di società commerciali con sede operativa in Vallonia, purché siano classificate come PMI, o ad aziende non autonome di dimensioni ridotte, a condizione che queste ultime operino in partnership con una o più PMI. Il supporto finanziario può coprire fino al 50% delle spese ammissibili per le PMI e fino al 15% per le aziende non autonome di dimensioni ridotte [82].</p>
Olanda	<p>L'Innovatiekrediet, noto come "Credito per l'Innovazione," è un meccanismo di finanziamento offerto dall'RVO (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland) e mira a sostenere progetti di sviluppo innovativo ad alto rischio e con un'elevata componente tecnologica. Questo programma governativo offre alle imprese la possibilità di ottenere prestiti per finanziare i loro progetti. Tutte le aziende, comprese le start-up e le imprese consolidate, possono beneficiare del credito per l'innovazione [23].</p>
Finlandia	<p>Nel contesto del programma AI Business, gli enti di ricerca hanno ottenuto finanziamenti appositamente destinati a sostenere le ricerche nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale. Questi fondi sono stati progettati per promuovere progetti di ricerca all'avanguardia e di grande valore, fornendo le risorse finanziarie necessarie per la conduzione di studi, esperimenti e lo sviluppo di soluzioni basate sull'IA [61].</p>
Irlanda	<p>Nel quadro dell'Industry 4.0 Strategy, le imprese possono beneficiare di regimi di agevolazioni per la Ricerca, Sviluppo e Innovazione (RD&I) forniti da entità come l'IDA (Industrial Development Authority) e l'EI (Enterprise Ireland). Questi regimi consentono alle imprese di ricevere sostegno finanziario diretto a fondo perduto per abbracciare l'Industry 4.0. Ad esempio, il programma di sostegno per la Ricerca, Sviluppo e Innovazione (RD&I) dell'IDA Ireland offre incentivi finanziari alle aziende che scelgono di stabilire o espandere significativamente le loro attività di ricerca e sviluppo in Irlanda. Questo programma consente alle imprese di condurre progetti di R&S interni o collaborativi con istituti di terzo livello e partner</p>

	<p>industriali. Il finanziamento è erogato in forma di sovvenzione per la Ricerca e Sviluppo (R&S) e costituisce una percentuale dei costi totali ammissibili del progetto. Inoltre, il programma supporta le collaborazioni aziendali B2B, sia tra aziende multinazionali che tra aziende multinazionali e piccole e medie imprese (PMI). Nel caso di collaborazioni aziendali che coinvolgono società di diversi paesi, saranno presi in considerazione solo i costi ammissibili di R&S relativi alle attività svolte in Irlanda ai fini del supporto offerto da questa sovvenzione RD&I [83].</p> <p>Inoltre, l'Irlanda ha istituito il "Future Growth Loan Scheme," un programma di finanziamento che fornisce accesso a crediti a lungo termine per sostenere investimenti strategici nelle piccole e medie imprese (PMI) e nelle small mid-caps. Questo schema copre una vasta gamma di spese, tra cui investimenti in beni fisici e immateriali, nonché i costi del personale e i costi operativi delle imprese, contribuendo in modo significativo alla crescita economica del paese [84].</p>
Portogallo	<p>IAPMEI, Agência para a Competitividade e Inovação, I.P., offre alle piccole e medie imprese una serie di incentivi divisi in tre categorie di azione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Economia Digitale: gli incentivi sono erogati sotto forma di finanziamenti non rimborsabili, il che significa che le imprese non devono restituire i fondi ricevuti, essenzialmente ricevendo questo sostegno a fondo perduto. - Innovazione Produttiva: prevede un finanziamento ibrido, che combina una componente non rimborsabile e una rimborsabile. La parte non rimborsabile rappresenta una sovvenzione, mentre la parte rimborsabile può essere concessa come un prestito bancario. - Ricerca e Sviluppo: gli incentivi sono di tipo non rimborsabile e coprono il 75% delle spese ammissibili, con un limite massimo di 15.000 €. <p>L'obiettivo di questi programmi è quello di rendere le PMI più competitive, consentendo loro di adottare nuove tecnologie, migliorare la loro produttività e sviluppare strategie di espansione internazionale [57].</p> <p>La Linha "Indústria 4.0 - Apoio à Digitalização" è una specifica linea di credito con l'obiettivo principale di agevolare l'accesso al credito per le PMI situate in territorio nazionale che operano nell'ambito dell'Indústria 4.0. Le aziende possono beneficiare di condizioni favorevoli, come tassi di interesse agevolati e commissioni di garanzia agevolate, rendendo così più semplice l'accesso al capitale necessario per promuovere la crescita e l'innovazione [85].</p>
Italia	<p>I "Contratti di Sviluppo" forniscono sostegno finanziario a programmi di investimento su larga scala mirati a potenziare la produttività, la strategia e l'innovazione. Questo sostegno può assumere la forma di contributi a fondo perduto o finanziamenti agevolati. Gli "Accordi per l'Innovazione," invece, sono incentrati sulla finanziamento di progetti di ricerca industriale e sviluppo sperimentale con l'obiettivo di generare nuovi prodotti, processi o servizi. Possono beneficiare di tale agevolazione le imprese di qualsiasi dimensione, che esercitano attività industriali, agroindustriali, artigiane o di servizi all'industria, nonché attività di ricerca [86].</p>
Regno Unito	<p>Made Smarter fornisce sovvenzioni alle piccole e medie imprese con stabilimenti di produzione nelle regioni del Nord Ovest, Nord Est, delle Midlands Occidentali, dell'Inghilterra Occidentale o dello Yorkshire & Humber. Queste sovvenzioni possono coprire il 50% delle spese per l'acquisto di attrezzature digitali, fino a un massimo di £10,000. L'obiettivo è sostenere le PMI con solidi piani commerciali che necessitano di un impulso finanziario per digitalizzare i loro processi. Oltre alle sovvenzioni, le imprese ricevono consulenza per implementare con successo la digitalizzazione e selezionare partner e fornitori qualificati. L'iniziativa include anche programmi di sviluppo della leadership digitale, contribuendo a formare leader aziendali in grado di guidare l'adozione di tecnologie digitali e sfruttarne appieno il potenziale. Inoltre, Made Smarter incoraggia le PMI a offrire tirocini digitali completamente finanziati, consentendo loro di portare giovani talenti con competenze digitali all'interno delle imprese [87].</p>
Cipro	<p>La Nuova Politica Industriale di Cipro per il periodo 2019-2030 include un Piano d'Azione denominato "Digitalizzazione dell'Industria" mirato ad affrontare le sfide</p>

	<p>principali connesse alla Quarta Rivoluzione Industriale. Tra le azioni chiave all'interno della categoria "Digitalizzazione dell'Industria" si contempla l'implementazione di un piano di finanziamento dedicato all'acquisto di attrezzature industriali ad alta tecnologia, con un particolare focus sull' Industria 4.0 [48].</p>
Svezia	<p>Il governo svedese ha incaricato Tillväxtverket di promuovere la transizione industriale a livello regionale. Nel periodo 2016-2018, l'iniziativa "Smart industri i regionerna" (SMIR 1.0) è stata realizzata per potenziare Smart Industri a livello regionale, con focus su ristrutturazione, innovazione e competitività delle imprese industriali. Nonostante il completamento di SMIR 1.0 nel 2019, l'incarico è stato ampliato con SMIR 2.0 nel 2018. In questo contesto, il governo ha destinato finanziamenti per analisi, diffusione della strategia e sostegno finanziario a progetti Smart Industri [33].</p>
SUPPORTO MIRATO ALLE PMI	
Spagna	<p>La Spagna si è impegnata attivamente a sostenere le piccole e medie imprese (PMI) attraverso una serie di programmi chiave. Il programma "Activa Industria 4.0" si concentra sulla digitalizzazione e sulla trasformazione digitale delle PMI del settore manifatturiero, offrendo consulenza su misura per migliorare la loro efficienza digitale. Parallelamente, "Activa Crecimiento" è un programma dedicato a tutte le PMI che mira a identificare opportunità di sviluppo e a formulare piani di crescita personalizzati, che coprono diversi aspetti, dall'innovazione alle risorse umane, dalle operazioni al marketing e alla finanza. Inoltre, "ACTIVA Ciberseguridad" si concentra sulla sicurezza informatica e offre piani personalizzati per migliorare la protezione dei dati aziendali [58]. Infine, il "Programa de Apoyo a los Digital Innovation Hubs" (PADIH) è progettato per supportare le PMI desiderose di adottare tecnologie innovative per potenziare la loro competitività. Le imprese di qualsiasi settore riceveranno assistenza dagli European Digital Innovation Hub (EDIH) spagnoli, che offriranno consulenza, formazione, sperimentazione tecnologica e aiuto nella ricerca di finanziamenti, promuovendo così l'innovazione e la crescita aziendale [88].</p>
Germania	<p>La Industrie 4.0 rappresenta un'iniziativa focalizzata sulla fornitura di raccomandazioni e risorse informative per agevolare l'integrazione dell'Industria 4.0 nell'ambito operativo delle imprese. Questa piattaforma mette a disposizione servizi di informazione, networking e assistenza, con un particolare focus sul supporto alle piccole e medie imprese (PMI). Oltre a fornire esempi concreti di implementazione, la Plattform Industrie 4.0 offre anche una mappa online, che funge da guida ispiratrice per le aziende nel percorso di adozione di soluzioni digitali [17].</p> <p>Dal 2015, l'iniziativa di finanziamento "Mittelstand 4.0" del Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) ha svolto un ruolo fondamentale nell'accelerare la digitalizzazione delle piccole e medie imprese (PMI) in Germania. Questa iniziativa ha portato alla creazione di una rete composta da 26 centri di competenza Mittelstand 4.0, distribuiti su base regionale e tematica. Offrendo servizi personalizzati e gratuiti, questi centri hanno l'obiettivo di fornire un supporto concreto alle PMI nel processo di trasformazione digitale. Oltre alle opportunità di sperimentazione, forniscono esempi pratici per aiutare le PMI ad affrontare con successo l'evoluzione digitale.</p>
Olanda	<p>Il programma MIT (MKB Innovatiestimulering Topsectoren) rappresenta un'iniziativa olandese volta a promuovere l'innovazione e la collaborazione aziendale tra le piccole e medie imprese nei settori in cui l'imprenditoria olandese eccelle. Il MIT offre diverse opportunità, tra cui finanziamenti per progetti collaborativi di ricerca e sviluppo, supporto nell'adozione dell'Intelligenza Artificiale, valutazioni di fattibilità per nuove iniziative, copertura dei costi di consulenza, eventi di networking e assistenza tecnologica per stimolare l'innovazione. In breve, il MIT mette a disposizione delle PMI risorse e assistenza per potenziare l'innovazione e la collaborazione nei settori di eccellenza in Olanda [24].</p>

Svezia	<p>Il programma Produktion2030 è strutturato in quattro strumenti principali, di cui uno è dedicato all'acquisizione di competenze da parte delle piccole e medie imprese (PMI) che spesso non possono partecipare a progetti di ricerca e innovazione. Questo strumento prevede l'organizzazione di workshop tecnici, corsi di formazione e altre attività per migliorare le competenze delle PMI [31].</p> <p>Il programma Robotlyftet, avviato nel 2018, supporta l'automazione nelle PMI, aumentando le competenze nell'uso degli investimenti in soluzioni di automazione. Offre diverse offerte, tra cui incontri di trasferimento di conoscenze, studio dei prerequisiti, supporto per le richieste di finanziamento e verifiche sull'automazione. Queste verifiche forniscono alle PMI servizi finanziari per progredire negli investimenti in automazione, aumentando la competitività attraverso l'incremento delle competenze e lo sviluppo di concetti innovativi. Le verifiche mirano a preparare gli investimenti, migliorare la competenza del cliente, ridurre rischi tecnici e finanziari, aumentare la consapevolezza sull'automazione e formare il personale. Non sono destinate agli investimenti diretti in robot o software, ma a ridurre rischi per agevolare investimenti futuri e aumentare la maturità dell'automazione nell'azienda. L'obiettivo generale è creare nuovo valore a lungo termine [35].</p> <p>Digitaliseringslyftet rappresenta un'iniziativa svedese volta a sostenere e promuovere la digitalizzazione all'interno delle piccole e medie imprese (PMI) industriali e dei settori di servizi ad esse correlati. Le attività del programma, organizzate in diverse categorie, includono la promozione dell'avvio della digitalizzazione mediante incontri e iniziative di trasferimento di conoscenza, l'erogazione di servizi di supporto e consulenza (coaching) per agevolare il processo di digitalizzazione all'interno delle aziende coinvolte, e l'attuazione di interventi specifici, sviluppo di metodologie e altre azioni tese a promuovere la digitalizzazione. Gli obiettivi complessivi di Digitaliseringslyftet sono incentrati sull'incremento della consapevolezza delle imprese riguardo al potenziale della digitalizzazione per migliorare la competitività, nonché sull'ampliamento delle capacità delle imprese partecipanti nel digitalizzare le proprie operazioni [36].</p>
Finlandia	<p>Il programma AI Business ha offerto alle piccole e medie imprese e alle start-up in Finlandia un supporto fondamentale nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale (IA), garantendo loro l'accesso a risorse di calcolo di alta qualità, indispensabili per i loro progetti di ricerca. Questo accesso è stato reso possibile grazie al coinvolgimento del rinomato centro tecnologico Science Information Technology Center CSC, il quale ha fornito un accesso affidabile e di qualità a queste risorse essenziali. Questo sostegno ha svolto un ruolo cruciale nel ridurre i costi iniziali per le PMI e le start-up, eliminando la necessità di investimenti ingenti in infrastrutture informatiche costose richieste per la ricerca. Grazie a questa infrastruttura informatica condivisa, le PMI e le start-up hanno potuto sperimentare e innovare nell'ambito dell'IA in modo più accessibile ed efficace, contribuendo al progresso del settore dell'IA in Finlandia [61].</p>
Belgio	<p>Nel quadro della strategia Digital Wallonia, il programma "Industrie du Futur" offre un prezioso sostegno alle imprese manifatturiere della Vallonia nella loro transizione verso l'industria 4.0. Questo supporto si materializza attraverso l'iniziativa "Made Different Digital Wallonia". Un elemento significativo di questo programma è rappresentato dai "Chèques-Entreprises, concepiti per sostenere due principali categorie di beneficiari: i portatori di progetto, ovvero individui o gruppi che presentano progetti imprenditoriali volti a creare nuove aziende in Vallonia o ad acquisire micro, piccole o medie imprese, e le micro, piccole o medie imprese, indipendentemente dalla loro forma giuridica, con sede principale in Vallonia. Questi "chèques" forniscono il finanziamento necessario per una vasta gamma di servizi mirati alle specifiche esigenze delle aziende, indipendentemente dalla loro fase di sviluppo. Grazie a tali programmi, i portatori di progetto e le aziende possono beneficiare di un supporto specializzato che ha un impatto significativo sulla loro crescita e sullo sviluppo in molteplici fasi del loro percorso imprenditoriale [89].</p>

Portogallo	Vale Indústria 4.0 (Voucher Industria 4.0) rappresenta un'iniziativa finalizzata a promuovere la trasformazione digitale delle piccole e medie imprese, indipendentemente dalla loro forma giuridica, attraverso l'implementazione di tecnologie in grado di apportare cambiamenti significativi nei loro modelli di business. A tal fine, le imprese possono accedere a servizi di consulenza mirati, volti a definire una strategia per l'adozione di tecnologie e processi legati all'Industria 4.0. Ciascun voucher distribuito nell'ambito di questa iniziativa ha un valore di 7.500 euro [57].
Italia	La "Nuova Sabatini" è un programma di agevolazione nazionale per le micro, piccole e medie imprese (MPMI), che copre vari settori, inclusi l'agricoltura e la pesca. Questo programma agevola l'acquisto di beni strumentali, inclusi quelli ottenuti tramite leasing finanziario, offrendo finanziamenti agevolati attraverso banche e intermediari finanziari [90].
PROMOZIONE DELLE START-UP	
Spagna	"Activa Startups" promuove la collaborazione tra startup e aziende consolidate con potenziale innovativo. Offre assistenza economica per coprire i costi dell'innovazione e aiuti in natura, inclusi supporto personalizzato e formazione. Questo programma opera su tutto il territorio nazionale [91].
Belgio	W.IN.G by Digital Wallonia è il fondo di investimento lanciato nell'ambito della strategia digitale Digital Wallonia. Gestito da SRIW (Société Régionale d'Investissement de Wallonie), questo fondo specializzato è dedicato al finanziamento di startup a vocazione tecnologica, con un focus specifico sulla Deep Tech. W.IN.G sostiene le startup che sviluppano prodotti o servizi basati su tecnologie innovative, come intelligenza artificiale, blockchain o Internet delle cose, e che affrontano sfide cruciali in settori quali industria, energia, salute, spazio, agricoltura, trasporti, finanza, e altri. Per promuovere lo sviluppo di un solido ecosistema Deep Tech in Vallonia, W.IN.G ha creato un'offerta di finanziamento dedicata a queste attività. È stato costituito un comitato d'investimento specializzato che consente alle startup di ottenere finanziamenti fino a 2,5 milioni di euro, sotto forma di prestiti convertibili o capitale [59].
PROMOZIONE DELL'INNOVAZIONE E DELLA RICERCA	
Olanda	I Smart Industry fieldlabs rappresentano collaborazioni in cui imprese, enti di ricerca e istituzioni educative lavorano insieme per sfruttare tecnologie innovative di produzione e dell'informazione al fine di migliorare processi produttivi, sviluppare nuovi prodotti o rinnovare modelli di business. Queste iniziative possono ricevere sovvenzioni per finanziare progetti sperimentali o per gestire cluster di innovazione, o persino entrambi. Per essere idonei a ricevere una sovvenzione, un fieldlab deve coinvolgere almeno quattro o più imprenditori, tra cui almeno due o più piccole e medie imprese (PMI), oltre a organizzazioni di ricerca e istituti di istruzione [21].
Danimarca	La Manufacturing Academy of Denmark (MADE) è focalizzata sul supporto alle aziende manifatturiere danesi, in particolare le PMI, fornendo opportunità tangibili di crescita e innovazione. Queste opportunità si concretizzano attraverso la partecipazione attiva a progetti dimostrativi e l'accesso a laboratori aperti, consentendo alle imprese di sperimentare e implementare soluzioni innovative. Inoltre, MADE sostiene finanziariamente programmi di cooperazione industriale, promuovendo la collaborazione e il reciproco apprendimento tra le PMI e aziende di maggiori dimensioni. In questo modo, MADE svolge un ruolo essenziale nello sviluppo e nell'avanzamento dell'industria manifatturiera danese [25].
Belgio	Il programma Made Different nella regione delle Fiandre offre servizi di consulenza personalizzati forniti da esperti dedicati che tengono conto delle esigenze specifiche di ciascuna azienda, fornendo consulenza da diverse prospettive di trasformazione. Per agevolare ulteriormente il processo di trasformazione, sono stati sviluppati diversi percorsi, ognuno dei quali si concentra su una delle sette trasformazioni chiave necessarie per trasformare le aziende in autentiche "Fabbriche del Futuro". Questi percorsi aiutano le aziende a identificare le aree in

	cui possono apportare miglioramenti significativi per diventare più competitive e all'avanguardia nel settore manifatturiero. Le aziende interessate possono iniziare il processo con una diagnosi online per individuare opportunità di miglioramento. Successivamente, hanno l'opzione di richiedere una visita di consulenza a pagamento in loco per un'analisi più approfondita [46].
Germania	Labs Network Industrie 4.0 (LNI4.0) è un'iniziativa orientata a supportare le imprese tedesche nella loro veste di pionieri della digitalizzazione. LNI4.0 offre un ambiente dedicato all'innovazione, in cui le aziende possono sperimentare e valutare nuove tecnologie, innovazioni e modelli di business in relazione all'Industria 4.0. I membri hanno accesso a centri di test avanzati, strutture specializzate e risorse tecniche per condurre prove e dimostrazioni pratiche delle soluzioni digitali. Questi centri di test consentono alle imprese di valutare la fattibilità tecnica ed economica delle innovazioni, accelerando il processo di adozione delle tecnologie digitali [60].
Italia	I Centri di Competenza ad Alta Specializzazione rappresentano partenariati pubblico-privati incaricati di fornire orientamento e formazione alle imprese su tematiche legate all'Industria 4.0. Inoltre, essi supportano l'attuazione di progetti di innovazione, ricerca industriale e sviluppo sperimentale, mirando al miglioramento o alla realizzazione di nuovi prodotti, processi o servizi, soprattutto per le PMI, attraverso l'adozione di tecnologie avanzate nel contesto dell'Industria 4.0. Tali centri ricevono supporto finanziario sotto forma di contributi diretti per coprire parte delle spese sostenute. In particolare, vengono coperti il 50% delle spese per la costituzione e l'avviamento del centro, fino a un massimo di 7,5 milioni di euro. Inoltre, per i progetti di innovazione, ricerca industriale e sviluppo sperimentale presentati dalle imprese, viene fornito un contributo pari al 50% delle spese sostenute, con un limite massimo di 200 mila euro per ciascun progetto [92].
USA	Manufacturing USA è una rete composta da 16 istituti di innovazione manifatturiera che rappresentano collaborazioni tra enti pubblici e privati, ciascuno con un focus tecnologico specifico. Attraverso questi istituti di risonanza nazionale, l'industria, il mondo accademico e i partner governativi uniscono le forze, condividono risorse e investono congiuntamente per promuovere l'innovazione nel settore manifatturiero e accelerare il processo di commercializzazione. Forniscono strutture, tra cui un commons industriale con capacità di ricerca, ingegneria e produzione, per trasformare idee in prodotti competitivi. Questo ambiente favorisce la crescita delle piccole e medie imprese (PMI) e include programmi di formazione per la forza lavoro [41].
Svezia	<p>Un testbädd è un concetto svedese che si traduce letteralmente come "piattaforma di test". Un testbädd rappresenta un ambiente, che può essere sia fisico che virtuale, dove le aziende, l'ambiente accademico e altre organizzazioni collaborano per lo sviluppo, il test e l'implementazione di nuovi prodotti, servizi, processi o soluzioni organizzative. L'idea fondamentale è creare uno spazio in cui diverse parti interessate possano interagire e testare le loro innovazioni in condizioni controllate. Una caratteristica chiave delle testbäddar è la loro apertura ad utenti al di fuori dell'organizzazione di provenienza e la possibilità di essere utilizzate da diverse parti interessate per periodi prolungati. [37]</p> <p>Le testbäddar possono assumere varie forme, e solitamente vengono suddivise in tre categorie principali:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ambiente laboratoriale: un ambiente controllato in cui è possibile condurre test e esperimenti in condizioni simili a laboratorio. • Ambiente simulato: un ambiente che simula le condizioni reali in maniera controllata, spesso utilizzato per testare innovazioni in modo sicuro prima di implementarle su larga scala. • Ambiente reale: un ambiente in cui le innovazioni vengono testate direttamente nella loro applicazione pratica, coinvolgendo situazioni e condizioni del mondo reale.

	L'obiettivo principale di una testbädd è accelerare lo sviluppo e l'adozione di nuove tecnologie e soluzioni, offrendo un terreno comune in cui le idee possono essere sperimentate, valutate e ottimizzate in collaborazione con varie parti interessate.
PUBLIC PROCUREMENT	
Finlandia	Nell'ambito del programma AI Business, gli attori pubblici, come le agenzie governative e le istituzioni pubbliche, hanno ricevuto finanziamenti dedicati per sostenere appalti pubblici innovativi. Questa iniziativa mirava a consentire alle agenzie governative di acquisire soluzioni avanzate basate sull'IA per migliorare i servizi pubblici. Questo includeva l'adozione di tecnologie e approcci innovativi per affrontare sfide specifiche e migliorare l'efficienza dei servizi [61].

Allegato 2 – Modalità di accesso

PAESE	MODALITÀ DI ACCESSO
Austria	La decisione relativa al finanziamento è presa in una procedura semplificata di valutazione. FFG ¹³ verifica se sono soddisfatte tutte le condizioni per l'assegnazione di un Digital Pioneers Scheck. In caso di decisione favorevole, si riceve una conferma di finanziamento tramite eCall ¹⁴ . Se è necessaria una revisione dei contenuti, i beneficiari saranno informati e potranno risolvere le lacune entro un termine comunicato da FFG. Se l'organizzazione che presenta la domanda non è ammissibile o se i criteri di finanziamento non sono soddisfatti, la richiesta di finanziamento sarà esclusa dalla procedura successiva. Fino a quando il bando è aperto e ci sono fondi disponibili, è possibile presentare una nuova domanda [56].
Belgio	Da marzo 2017, i chèques-entreprises offerti dalla Vallonia sono stati interamente digitalizzati attraverso un'unica piattaforma, in seguito alla scelta del governo di semplificare i sistemi di sostegno alle imprese offerti dalla Vallonia. Il processo inizia con l'individuazione delle esigenze specifiche dell'azienda. Successivamente, si seleziona un consulente da un elenco approvato dalla Vallonia e si procede con la presentazione della richiesta di aiuto. Questo ultimo passo richiede l'approvazione del preventivo e del servizio proposto dal consulente. Successivamente, viene creato un dossier e stipulata una convenzione con il fornitore per avviare il servizio. L'amministrazione verifica l'ammissibilità del dossier, e il beneficiario è invitato a effettuare il pagamento. Una volta completato il pagamento, il servizio può iniziare. Al termine del servizio, il fornitore presenta la fattura e il rapporto, il beneficiario conferma che il servizio è stato completato e l'amministrazione verifica il dossier entro un periodo massimo di 15 giorni lavorativi. Infine, il beneficiario emette il voucher e paga il fornitore per i servizi ricevuti [93].
Cina	L'accesso ineguale al capitale in un sistema finanziario dominato dalle banche di proprietà statale continua a rappresentare una sfida significativa per le imprese private che perseguono gli obiettivi comuni di MIC25. Al fine di migliorare l'efficienza nell'allocazione del capitale, nonché per attuare la strategia di MIC25, le agenzie governative hanno introdotto nuove misure amministrative e linee guida. Un esempio di ciò è il "Programma di lavoro per i compiti chiave dell'innovazione nella nuova generazione dell'industria dell'intelligenza artificiale" del MIIT, che mira a semplificare i processi di richiesta di finanziamenti. Per garantire una corrispondenza adeguata tra le risorse finanziarie e per razionalizzare l'assegnazione dei fondi, il governo cinese ha istituito un database dedicato ai progetti di MIC25 [44].
Danimarca	Organizzazioni quali aziende, fondazioni, istituti di istruzione e altre interessate a promuovere l'industria manifatturiera, hanno la possibilità di diventare membri dell'associazione Manufacturing Academy of Denmark (MADE). L'appartenenza prevede il pagamento di una quota associativa annuale, la cui entità varia in base a diversi fattori, tra cui la natura dell'organizzazione, le sue dimensioni e se si tratta di una startup [94].
Francia	Il programma "Industrie du Futur" offre finanziamenti e supporto alle imprese. Le imprese devono identificare i finanziamenti pertinenti per le loro esigenze e seguire un processo di selezione dei progetti che prevede la valutazione delle domande, un'audizione dei promotori dei progetti ammissibili e un'istruttoria approfondita condotta da sotto la responsabilità di Bpifrance. Durante questa fase, Bpifrance si avvale di esperti esterni e di esperti ministeriali. L'opinione dell'Alliance pour l'industrie du futur, se richiesta dai promotori dei progetti, sarà

¹³ Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG): Agenzia austriaca per la promozione della ricerca

¹⁴ Il sistema eCall viene utilizzata per la gestione e la comunicazione di informazioni relative alle richieste di finanziamento.

	<p>allegata alla relazione di istruttoria. La decisione finale sull'assegnazione degli aiuti è presa dal Primo Ministro su consiglio del CNI¹⁵ [95].</p>
Germania	<p>Il processo di finanziamento si divide in due fasi.</p> <p>Presentazione e selezione degli schizzi di progetto: in questa fase iniziale, i soggetti interessati presentano schizzi di progetto per concorrere a finanziamenti. Gli schizzi di progetto inviati vengono valutati da revisori esterni secondo diversi criteri e solo quelli ritenuti idonei saranno selezionati per il finanziamento. Il risultato della selezione verrà comunicato per iscritto agli interessati.</p> <p>Presentazione di richieste formali di finanziamento e procedura decisionale: nella seconda fase, i soggetti con schizzi di progetto valutati positivamente saranno invitati a presentare richieste formali di finanziamento. Il Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) prenderà poi una decisione definitiva dopo una verifica finale [77].</p>
Irlanda	<p>Per ottenere le sovvenzioni erogate dall'IDA Ireland, le aziende devono seguire un processo che inizia con la presentazione di una dettagliata domanda e procede attraverso una valutazione del progetto proposto. Dopo l'approvazione, vengono definiti gli accordi contrattuali che stabiliscono le condizioni specifiche per la concessione delle sovvenzioni. Una volta definiti gli accordi, l'azienda può procedere con l'implementazione del progetto, tenendo presente che il finanziamento sarà erogato retroattivamente in base al raggiungimento dei traguardi concordati. L'accesso a queste sovvenzioni richiede una pianificazione accurata, una presentazione di domanda ben formulata e un impegno nel rispettare i piani concordati [83].</p> <p>Prima di richiedere un prestito nell'ambito del Future Growth Loan Scheme, le aziende devono superare i controlli di ammissibilità stabiliti dalla Strategic Banking Corporation of Ireland (SBCI). Questi controlli verificano se l'azienda è idonea a partecipare al programma e se soddisfa i requisiti necessari. Una volta superati tali controlli, l'azienda può procedere con la richiesta di finanziamento [84].</p>
Italia	<ul style="list-style-type: none"> - Credito d'imposta per investimenti in beni strumentali nuovi: per i beni tecnologicamente avanzati materiali e immateriali, le imprese sono tenute a produrre una perizia tecnica asseverata rilasciata da un ingegnere o da un perito industriale. Per i beni di costo unitario di acquisizione non superiore a 300.000 euro è sufficiente una dichiarazione resa dal legale rappresentante [19]. - Credito d'imposta per investimenti in ricerca e sviluppo, transizione ecologica, innovazione tecnologica 4.0 e altre attività innovative: il credito d'imposta deve essere indicato nella dichiarazione dei redditi relativa al periodo d'imposta in cui sono state sostenute le spese e in quelle relative ai periodi d'imposta successivi fino a quando se ne conclude l'utilizzo. Per ottenere il credito d'imposta, è necessaria una certificazione da un revisore legale dei conti che attesti il reale sostenimento delle spese ammissibili. Per le imprese non soggette alla revisione legale dei conti per legge, le spese sostenute per questa certificazione possono aumentare il credito d'imposta fino a un massimo di 5.000 euro. Inoltre, le imprese devono redigere una relazione tecnica asseverata che descriva le attività svolte, firmata dal responsabile aziendale o del progetto, e conservarla [79]. - Credito d'imposta per le spese di formazione nel settore delle tecnologie 4.0: il credito d'imposta deve essere indicato nella dichiarazione dei redditi relativa al periodo d'imposta in cui sono state sostenute le spese e in quelle relative ai periodi d'imposta successivi fino a quando se ne conclude l'utilizzo. Per ottenere il credito, è necessaria una certificazione da un revisore legale dei conti che attesti il reale sostenimento delle spese ammissibili, da allegare al bilancio. Anche le imprese non soggette per legge alla revisione dei conti devono ottenere questa certificazione o possono incrementare il credito fino a 5.000 euro per le

¹⁵ Conseil National de l'Industrie

	<p>spese sostenute per la certificazione contabile. Le imprese devono redigere e conservare una relazione che descrive le modalità organizzative e i contenuti delle attività formative svolte, insieme a documentazione contabile e amministrativa per dimostrare l'applicazione corretta del beneficio. Inoltre, devono conservare registri delle attività formative. Le imprese che desiderano usufruire del credito d'imposta devono effettuare una comunicazione al Ministero dello Sviluppo Economico per scopi di monitoraggio [96].</p> <p>- Nuova Sabatini: la PMI presenta alla banca o all'intermediario finanziario, unitamente alla richiesta di finanziamento, la domanda di accesso al contributo ministeriale, attestando il possesso dei requisiti e l'aderenza degli investimenti alle previsioni di legge. La banca/intermediario finanziario verifica la regolarità formale e la completezza della documentazione trasmessa dalla PMI, nonché la sussistenza dei requisiti di natura soggettiva relativi alla dimensione di impresa e, sulla base delle domande pervenute, trasmette al Ministero richiesta di prenotazione delle risorse relative al contributo [90].</p> <p>- Contratto di sviluppo: le richieste per accedere alle agevolazioni devono essere presentate ad Invitalia, l'Agenzia nazionale per l'attrazione degli investimenti e lo sviluppo d'impresa, soggetto gestore della misura agevolativa. Dopo aver ricevuto le domande, Invitalia esegue una verifica entro 120 giorni dall'arrivo della richiesta, seguendo l'ordine cronologico di presentazione. Durante questa fase, l'agenzia determina l'importo massimo delle agevolazioni che possono essere concesse per supportare i programmi di sviluppo proposti. Se la verifica ha un esito positivo, Invitalia approverà il programma e concederà le agevolazioni a ciascuna delle imprese coinvolte nel programma di sviluppo approvato [86].</p> <p>- Accordi per l'innovazione: per accedere è necessario stipulare un accordo tra il Ministero delle imprese e del Made in Italy, i soggetti proponenti e le eventuali amministrazioni pubbliche coinvolte nel finanziamento del progetto. Dopo aver presentato la domanda di agevolazione, il Ministero valuta la disponibilità delle risorse finanziarie e svolge un'istruttoria amministrativa, finanziaria e tecnica basata sulla documentazione fornita. Se l'istruttoria ha un esito positivo, viene definito l'Accordo per l'Innovazione. È importante notare che i progetti devono essere avviati solo dopo aver presentato la domanda al Ministero competente, il che significa che le aziende o gli enti devono ottenere l'approvazione e il finanziamento prima di iniziare il lavoro di ricerca. Le istanze devono essere presentate esclusivamente in forma telematica [97].</p>
<p>Olanda</p>	<p>Per richiedere il credito d'imposta WBSO, è necessario identificarsi online tramite lo strumento eHerkenning. Nella prima domanda per l'anno solare, è fondamentale fornire una stima realistica del tempo necessario per ciascun progetto, compresi eventuali costi e spese. Inizialmente, la valutazione si concentrerà sulla qualificazione delle attività pianificate come ricerca e sviluppo (R&S). Successivamente, verranno verificati il rispetto di requisiti legali specifici e gli aspetti amministrativi associati all'uso del WBSO [98].</p> <p>Per richiedere l'Innovatiekrediet, è necessario utilizzare il sistema di autenticazione eHerkenning. La domanda dovrebbe essere corredata da vari allegati, tra cui un piano aziendale, un piano del progetto e un piano finanziario, tra gli altri documenti pertinenti. In seguito, verrà condotta un'analisi per determinare la dimensione dell'azienda, che influenzerà il tasso di finanziamento applicato. Dopo aver presentato la domanda, verrà programmato un incontro preliminare con un consulente. Successivamente, la richiesta sarà valutata da una commissione esterna. Se la decisione è positiva, bisognerà riferire periodicamente i progressi compiuti durante il periodo del progetto e definire l'importo del finanziamento e il piano di rimborso al termine del progetto [23].</p>
<p>Regno Unito</p>	<p>Il sostegno finanziario è fornito attraverso fondi pubblici e, per la maggior parte, è accessibile senza costi diretti, il che significa che sono applicate le normative sugli aiuti di Stato. Una volta registrata sulla piattaforma, un consulente contatterà l'azienda per organizzare una valutazione personalizzata e gratuita al fine di comprendere le proprie operazioni. Successivamente, il modulo di domanda verrà compilato insieme ai relativi controlli finanziari. Dopo questa</p>

	<p>fase, il consulente incaricato presenterà il progetto a una commissione indipendente, composta da esperti provenienti dall'industria, dall'ambiente accademico e dal settore aziendale. Questa commissione prenderà una decisione in merito all'approvazione del progetto e stabilirà l'importo del finanziamento per la crescita aziendale [54].</p>
Spagna	<p>Le domande relative al programma ACTIVA Financiación devono essere obbligatoriamente presentate tramite l'applicazione disponibile sul Portale degli Aiuti del Ministero dell'Industria, del Commercio e del Turismo. Tutte le ulteriori comunicazioni e la documentazione richiesta per i progetti che partecipano a questo programma di supporto finanziario devono essere inviate elettronicamente tramite il registro elettronico accessibile sul sito web del suddetto Ministero. Il richiedente ha la possibilità di accedere al portale elettronico del Ministero dell'Industria, del Commercio e del Turismo con il certificato utilizzato per la presentazione della domanda, dove può consultare i documenti presentati e seguire lo stato di avanzamento dell'istruttoria. Inoltre, all'interno del portale elettronico del Ministero dell'Industria, del Commercio e del Turismo, gli interessati, dopo essersi identificati attraverso autenticazione elettronica, possono visionare gli atti della procedura notificati loro e presentare la documentazione aggiuntiva richiesta dall'organo competente [81].</p> <p>Nell'ambito dei programmi Activa Industria 4.0, Activa Crecimiento e Activa Ciberseguridad gli aiuti previsti saranno concessi nella modalità di concorrenza non competitiva, in ordine di presentazione delle domande una volta effettuati i controlli di conformità dei requisiti richiesti, fino all'esaurimento del credito di bilancio assegnato nella convocazione. Per semplificare e accelerare la procedura, è prevista la presentazione esclusivamente per via telematica. Le domande dovranno essere presentate attraverso il modulo elettronico predisposto a tal fine in ciascuna convocazione [58].</p>
Svezia	<p>Il processo di finanziamento di Vinnova è progettato per sostenere la ricerca e l'innovazione in modo trasparente e aderente alle regole stabilite per gli aiuti di Stato al fine di promuovere l'equità nella distribuzione dei finanziamenti. Vinnova finanzia la ricerca e l'innovazione attraverso bandi che specificano quali tipi di organizzazioni possono richiedere finanziamenti. Per richiedere un finanziamento, è necessario compilare un modulo online sulla piattaforma di Vinnova. Dopo la presentazione, le candidature sono soggette a valutazione, talvolta con il coinvolgimento di esperti, per garantire la massima qualità. Ogni beneficiario riceve un importo massimo e un livello massimo di sostegno. Ci sono termini e condizioni generali che devono essere rispettati, e il mancato rispetto di tali condizioni può comportare l'interruzione del finanziamento e il potenziale rimborso dei fondi già erogati [29].</p>

Allegato 3 – Entità responsabili della coordinazione

PAESE	INIZIATIVA	ENTITÀ RESPONSABILI
Austria	Verein Industrie 4.0 Österreich	La Piattaforma Industrie 4.0 è formalmente costituita come un'associazione senza scopo di lucro, guidata dai membri, con sede legale a Vienna. I membri dell'associazione sono divisi in membri statuari, i sei membri fondatori ¹⁶ , e membri ordinari, che pagano una quota di iscrizione e partecipano attivamente al lavoro dell'Associazione. Attualmente, la piattaforma conta 47 membri, inclusi i membri fondatori, tra aziende, istituti accademici, organizzazioni di ricerca pubbliche, ONG e diverse istituzioni federali [45].
Belgio	Made Different	Il programma è gestito in collaborazione tra due entità principali: Agoria, la federazione belga dell'industria tecnologica, e Sirris, il suo centro di ricerca. Sirris è un'organizzazione indipendente specializzata nella ricerca e nello sviluppo tecnologico, mentre Agoria è la federazione che rappresenta il settore industriale tecnologico in Belgio [78].
	Digital Wallonia	L'Agence du Numérique è l'ente pubblico responsabile dell'implementazione della strategia digitale in Wallonia. Collabora con il governo regionale, servizi pubblici, cluster, associazioni e rappresentanti del settore economico [78].
Cina	Made in China 2025	La strategia "Made in China 2025" è coordinata dal governo cinese, in particolare dal Ministero dell'Industria e dell'Information Technology (MIIT) della Repubblica Popolare Cinese [44].
Cipro	Nuova politica industriale 2019 - 2030	La gestione è affidata al Ministero dell'Energia, del Commercio e dell'Industria [48].
Danimarca	Manufacturing Academy of Denmark (MADE)	MADE è un'associazione senza scopo di lucro composta da aziende, università e RTOs. La gestione di MADE è responsabilità dell'industria, ma i progetti di ricerca e le iniziative di innovazione sono sviluppati in collaborazione tra tutte le parti coinvolte. Inoltre, il governo danese è rappresentato dall'Innovation Fund Denmark, che è il principale investitore nella piattaforma [25].
Finlandia	Artificial Intelligence 4.0	L'ente governativo responsabile è il Ministero degli Affari Economici e dell'Occupazione (MEAE; Työ- ja elinkeinoministeriö) [49].
Francia	Industrie du Futur	Il programma Industrie du Futur è gestito in collaborazione tra l'Alliance Industrie du Futur (AIF), che coordina il programma, e il governo nazionale, che fornisce un livello di supervisione e orientamento strategico [99].
Germania	Industrie 4.0	La piattaforma Industrie 4.0 in Germania è guidata dai Ministri Federali per gli Affari Economici e

¹⁶ I sei membri fondatori della Piattaforma sono tutti attori chiave nel settore della politica industriale austriaca. Questi membri fondatori sono: il Ministero Federale dei Trasporti, dell'Innovazione e della Tecnologia, la Camera Federale del Lavoro Austriaca, l'Associazione delle Industrie Elettriche ed Elettroniche, l'Associazione delle Industrie Metalmeccaniche, la Federazione delle Industrie Austriache, il Sindacato Austriaco dei Lavoratori della Produzione

		l'Energia, Brigitte Zypries, e per l'Istruzione e la Ricerca, Prof. Johanna Wanka. Tuttavia, questa iniziativa coinvolge in modo attivo rappresentanti provenienti dall'industria, dal mondo accademico e dai sindacati. Gli esperti provenienti da diverse aree di competenza collaborano strettamente con i rappresentanti dei vari ministeri federali attraverso gruppi di lavoro tematici [17].
Grecia	Digital Transformation Bible 2020-2025	Nel quadro dell'attuazione della strategia il Ministero della Digital Governance e le agenzie a esso subordinate assumono la responsabilità della progettazione, dell'implementazione e del monitoraggio dei progetti di trasformazione digitale. Inoltre, collaborano con le pertinenti autorità pubbliche per garantire l'effettivo avvio delle infrastrutture digitali, sia dal punto di vista istituzionale che in termini di aspetti tecnici e organizzativi [51].
Irlanda	Ireland's Industry 4.0 Strategy	L'Ireland's Industry 4.0 Strategy è gestita dall'ente governativo irlandese chiamato Department of Enterprise, Trade and Employment ¹⁷ [52].
Italia	Piano Nazionale Industria/Impresa/ Transizione 4.0	Il piano nazionale per la Transizione 4.0 in Italia è coordinato dal Ministero dello Sviluppo Economico (MISE), in particolare dalla Direzione Generale per la Politica Industriale [18].
Olanda	Smart Industry	Il coordinamento del programma Smart Industry è affidato all'"Ufficio Programma Smart Industry", che riunisce rappresentanti di diverse entità. Tra queste troviamo la Federazione dei Datori di Lavoro per l'Industria Tecnologica (FME), il Ministero degli Affari Economici e della Politica sul Clima (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat - EZK), il Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO), la Camera di Commercio (Kamer van Koophandel - KvK), rappresentanti delle Piccole e Medie Imprese (PMI), Isah Business Software (un'azienda specializzata nello sviluppo di software orientato all'industria manifatturiera) e, a partire dal 2019, Potentials for Tech Ventures (PTvT) [100].
Portogallo	Portugal Indústria 4.0	L'iniziativa è coordinata e gestita da COTEC Portugal in collaborazione con il governo portoghese. COTEC Portugal, in quanto principale associazione imprenditoriale portoghese per la promozione dell'innovazione aziendale e della cooperazione tecnologica, svolge un ruolo chiave nel monitorare, gestire e supportare il programma Indústria 4.0. Il governo portoghese è coinvolto attraverso il protocollo di collaborazione e fornisce il sostegno necessario per l'implementazione dell'iniziativa [101].
Regno Unito	Made Smarter	Made Smarter è sostenuto da un partenariato tra il governo britannico e le principali aziende del paese [87].
Spagna	Industria Conectada 4.0	L'iniziativa è stata ideata come una collaborazione pubblico-privata, ma è principalmente guidata e finanziata dallo Stato. "Industria Conectada 4.0" è

¹⁷ Ministero per le Imprese, il Commercio e l'Occupazione.

		sotto la direzione del Secretario General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa (SGIPYME) ¹⁸ e coinvolge non solo i principali attori industriali, ma anche esperti provenienti da aziende, ricerca e società civile [88].
USA	A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing	La rete Manufacturing USA, che comprende gli "Institutes for Manufacturing Innovation" (IMI), ovvero istituti di innovazione manifatturiera distribuiti su tutto il territorio nazionale e che riuniscono l'industria, il mondo accademico e il settore pubblico, è coordinata e gestita dall'ufficio Advanced Manufacturing National Program Office (AMNPO) [102]. Questo ufficio è situato presso il National Institute of Standards and Technology (NIST), il quale ha il duplice ruolo di coordinare anche il "National Strategic Plan for Advanced Manufacturing.
	National Network for Manufacturing Innovation (NNMI)	
Svezia	Produktion 2030	Teknikföretagen gestisce e coordina il programma Produktion2030, collaborando attivamente con una varietà di stakeholder, tra cui il settore privato, il mondo accademico e le istituzioni di ricerca. Mentre, Vinnova, l'Agenzia svedese per l'innovazione, ha un ruolo significativo nel finanziamento del programma, nell'amministrazione dei bandi e nella valutazione periodica del suo impatto [30].
	Smart Industri	Tillväxtverket collabora strettamente con le regioni, organizzazioni di ricerca come RISE (Research Institutes of Sweden), centri di competenza industriale come IUC (Industrial Development Centers), e altre parti interessate chiave per implementare la strategia di nuova industrializzazione conosciuta come "Smart Industri" [33].

¹⁸ Segretario Generale dell'Industria e delle Piccole e Medie Imprese.

Ringraziamenti

Un ringraziamento speciale va al mio relatore, il Professor Matteo Tubiana, per la sua guida preziosa e il sostegno fondamentale durante la stesura di questa tesi. La sua brillante competenza, l'estrema attenzione e la comprensione dimostrata in ogni momento hanno contribuito in modo significativo a questo percorso. Sono grata per la fiducia che ha riposto in me.

La mia più profonda gratitudine va alla mia famiglia per l'immenso sostegno e il costante incoraggiamento fornito durante il mio percorso accademico. Grazie per essere stati al mio fianco in ogni fase, per la vostra pazienza infinita e per avermi supportato e sopportato con amore e comprensione.

Infine, rivolgo un sentito ringraziamento a tutti i miei amici e compagni di università. Grazie per aver condiviso con me questa intensa fase della mia vita, per avermi accompagnato e sostenuto nelle numerose sfide e gioie di questa esperienza. Senza di voi, questi cinque anni non avrebbero avuto lo stesso significato. Ogni momento condiviso rimarrà indelebile nei miei ricordi.