



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Meccanica

**ANALISI DELLE TECNOLOGIE INDUSTRY 4.0 E
PROPENSIONE DELLE AZIENDE AD
IMPLEMENTARLE**

**ANALYSIS OF INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES AND
INCLINATION OF COMPANIES TO IMPLEMENT THEM**

Relatore:

Prof. Filippo Emanuele Ciarapica

Candidato:

Amir Gamah Drid

Correlatore:

Prof. Giovanni Mazzuto

Anno Accademico 2020/2021

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA MECCANICA
Via Brece Bianche – 60131 Ancona (AN), Italy

INDICE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUZIONE..... | 5 |
| 1. INDUSTRIA 4.0..... | 7 |
| 1.1. Definizione..... | 7 |
| 1.2. Storia..... | 7 |
| 1.3. Esigenze e trasformazione..... | 8 |
| 1.4. Tecnologie abilitanti..... | 10 |
| 1.4.1. Advanced manufacturing solutions..... | 10 |
| 1.4.2. Additive manufacturing..... | 11 |
| 1.4.3. Augmented reality..... | 13 |
| 1.4.4. Simulation..... | 14 |
| 1.4.5. Horizontal/vertical integration..... | 15 |
| 1.4.6. Industrial Internet (Internet of Things)..... | 17 |
| 1.4.7. Cloud..... | 18 |
| 1.4.8. Cyber-security..... | 19 |
| 1.4.9. Big data and Analytics..... | 20 |
| 2. LA FABBRICA DEL FUTURO | 21 |
| 2.1. Smart Factory..... | 21 |
| 2.2. Smart Energy..... | 24 |
| 2.3. Smart Service..... | 25 |
| 2.4. Cooperazione tra aziende..... | 27 |
| 2.4.1. Difficoltà delle PMI..... | 28 |
| 2.4.2. Vantaggi..... | 29 |
| 2.4.3. Innovazione delle PMI..... | 30 |
| 2.4.4. Propensione allo sharing information..... | 31 |
| 2.4.5. Dematerializzazione documentale..... | 33 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.6. Big data management..... | 34 |
| 2.5. Trasformazione digitale..... | 35 |
| 2.5.1. Conseguenze territoriali..... | 35 |
| 2.5.2. Sviluppo settoriale..... | 36 |
| 2.5.3. Impatti economici..... | 38 |
| 3. PIANO CALENDARIO: STRUTTURA E RISULTATI..... | 40 |
| 3.1. Struttura..... | 41 |
| 3.1.1. Investimenti innovativi..... | 42 |
| 3.1.2. Sviluppo delle competenze..... | 43 |
| 3.2. Risultati..... | 44 |
| 3.2.1. Startup e importi finanziati alle Pmi..... | 44 |
| 3.2.2. Benefici occupazione..... | 44 |
| 3.2.3. Esportazione..... | 45 |
| 3.3. Valutazione delle imprese..... | 46 |
| 3.3.1. La rilevanza degli incentivi nel giudizio degli imprenditori..... | 46 |
| 3.3.2. Imprese aderenti..... | 49 |
| CONCLUSIONI..... | 51 |
| BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA..... | 52 |
| RINGRAZIAMENTI..... | 55 |

INTRODUZIONE

Il termine Industria 4.0 indica la tendenza dell'automazione industriale ad integrare alcune nuove tecnologie produttive (tecnologie abilitanti) per migliorare l'efficienza energetica, logistica e produttiva degli impianti, oltre che a migliorare le condizioni di lavoro interne alle aziende. Si va in questo modo verso una decisa innovazione fondata su una forte personalizzazione dei prodotti, grazie a sistemi informatici tali da ottenere una perfetta interconnessione tra mondo reale e mondo virtuale.

Il presente elaborato vuole esaminare nel dettaglio tutti principali aspetti della quarta rivoluzione industriale, quella di Industry 4.0. Con tale fine verranno prese in rassegna quelle che sono tutte le tecnologie innovative fondanti del paradigma 4.0 e verranno analizzati i cambiamenti radicali che queste porteranno alle aziende che decideranno di implementarle.

Verranno inoltre studiati gli eventi scatenanti e soprattutto gli effetti ad oggi ravvisabili, ovvero i primi riscontri riguardo l'impatto sull'organizzazione aziendale e sulle competenze dei lavoratori, in quanto mezzo determinante per incrementare la produttività delle imprese.

Tale rivoluzione non si pone unicamente come un'alternativa ai modelli di produzione utilizzati sino ad oggi, ma riveste un ruolo chiave nel mutamento culturale che si sta concretizzando al giorno d'oggi all'interno delle aziende. Essa prevede infatti l'adozione di nuovi modelli di business che comportano un totale ripensamento del sistema organizzativo, produttivo e gestionale dell'impresa, tutti fondamentalmente legati dall'essere basati su un'estrema digitalizzazione e interconnessione.

Il primo capitolo andrà a dare una panoramica generale sulla rivoluzione industriale di Industria 4.0, andando a trattare il contesto storico in cui essa avviene, le esigenze del mercato che hanno portato a tale trasformazione e attraverso quali specifiche tecnologie essa sarà attuabile. Verranno analizzate tali tecnologie, dette appunto tecnologie abilitanti, una per una e verrà data ad ognuna la propria collocazione all'interno del panorama industriale che si verrà a formare.

Il secondo capitolo tratterà quali cambiamenti subiranno le imprese. Esse saranno caratterizzate dalla tendenza a diventare sotto ogni aspetto quella che viene oggi definita Smart Factory, letteralmente fabbrica intelligente: verranno prese in esame le principali peculiarità di quella che sarà la fabbrica del futuro, andando a descrivere le principali tecnologie utilizzate, i vantaggi e le difficoltà riscontrabili nella loro implementazione. Verranno poi analizzati i concetti di Smart Energy e Smart Service, ovvero altri aspetti fondamentali di quello che sarà il futuro panorama industriale, e in che modo tutti questi cambiamenti andranno a rivoluzionare l'organizzazione aziendale: a questo fine verrà analizzato nel dettaglio uno degli aspetti che più potranno risentire di tali dinamiche, ovvero quello della cooperazione interaziendale.

Per ultimo si analizzeranno gli aspetti territoriali ed economici in Europa e più precisamente in Italia che la cosiddetta "fabbrica del futuro" sta portando con sé.

Nel terzo ed ultimo capitolo di questo elaborato verrà illustrato quello che è il piano di supporto economico sviluppato dal Ministro dello Sviluppo Economico Carlo Calenda nel 2016, indirizzato a tutti gli imprenditori che implementeranno tecnologie 4.0 nella propria impresa. Verrà presentata la struttura di tale piano e quindi le finalità e gli obiettivi ai quali esso mira e successivamente verranno analizzati i risultati ottenuti ad oggi in termini soprattutto di sviluppo delle PMI, di benefici occupazionali e di esportazione. Per ultimo verrà data una panoramica generale sul giudizio degli imprenditori riguardo tali misure, andando ad analizzare e classificare le imprese aderenti sotto vari punti di vista (dimensione, settore, collocazione geografica).

1. INDUSTRIA 4.0

1.1 Definizione

[1] Il termine Industria 4.0 indica la tendenza dell'automazione industriale ad integrare alcune nuove tecnologie produttive (tecnologie abilitanti) per migliorare l'efficienza energetica, logistica e produttiva degli impianti, oltre che a migliorare le condizioni di lavoro interne alle aziende.

Il governo federale tedesco ha definito Industria 4.0 come una struttura innovativa, in cui tutti i sistemi produttivi, sotto forma di Sistemi di Produzione Fisco-Cibernetici (Cyber Physical Production System), utilizzano in maniera intensiva sistemi informatici e network globali per uno scambio di informazioni ampiamente automatizzato.

1.2 Storia

[2] All'alba del diciannovesimo secolo, la civiltà umana ha inaugurato una nuova era nell'ambito della produzione di beni: la produzione industriale. Sin dall'instaurarsi di questa trasformazione, l'uomo ha dato vita ed ha promosso un'unica linea di pensiero, grazie alla quale si susseguirono nel tempo una serie di rivoluzioni sempre dettate dal dirompente avanzamento tecnologico e dalle nuove esigenze del mercato. La prima rivoluzione industriale, che si colloca tra diciottesimo e diciannovesimo secolo, è stata caratterizzata dall'introduzione nel processo produttivo della potenza meccanica di acqua e vapore; la seconda, tra diciannovesimo e ventesimo secolo, si basò sull'avvento dell'energia elettrica; la terza, dal 1960 al 1990, ha avuto la sua forza nelle nuove tecnologie elettroniche ed informatiche (rivoluzione digitale).

Gli economisti sono in accordo sul fatto che oggi stiamo entrando in quella che sarà poi definita Industry 4.0, ovvero la quarta rivoluzione industriale, la cui caratteristica dominante è l'utilizzo di sistemi fisico-cibernetici, cioè di sistemi che interconnettono gli oggetti reali e le persone con informazioni virtuali.

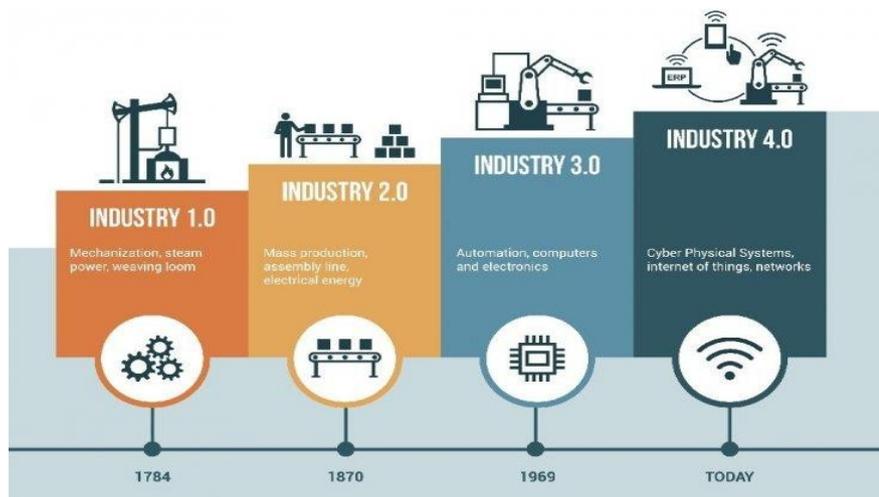


Figura 1 - Le 4 rivoluzioni industriali

Il termine Industry 4.0 è stato utilizzato per la prima volta durante la Fiera di Hannover del 2011 per identificare un progetto dell'Industria Tedesca sulle strategie da adottare nel nuovo scenario tecnologico; fu istituito il "gruppo di lavoro su Industry 4.0" che espose il suo [report](#) nel 2013 sempre ad Hannover: esso evidenziava come l'innovazione di Industria 4.0 fosse fondata su una forte personalizzazione dei prodotti grazie ad una sempre più flessibile struttura produttiva, utilizzando sistemi informatici tali da ottenere una perfetta interconnessione tra mondo reale e mondo virtuale.

Al contrario di quanto succedeva nelle precedenti rivoluzioni, caratterizzate da un grande sviluppo di settori industriali produttori di beni materiali rivoluzionari, oggi la produzione di ricchezza non si basa più sugli artefatti ma è sempre più indipendente da essi, essendo basata essenzialmente su beni e innovazioni intangibili.

1.3 Esigenze e trasformazione

Il concetto alla base di Industry 4.0 richiede che i macchinari di produzione vengano convertiti in macchine dotate di una propria capacità di imparare e soprattutto in grado di migliorare le loro performance tecniche in maniera totalmente autonoma, in particolare la loro gestione della manutenzione all'interno dell'ambiente in cui operano. E' infatti il monitoraggio dei dati in tempo reale (stato dei prodotti e informazioni per regolare i successivi processi produttivi) la principale esigenza della rivoluzione digitale,

attraverso l'implementazione di nuove piattaforme intelligenti che operino in sinergia secondo i nuovi concetti di Smart Factory, Smart Energy e Smart Service.

[3] Risulta però difficile identificare la tecnologia su cui si basa la rivoluzione 4.0, perché stiamo parlando di un numero molto elevato e variegato di tecnologie che vanno dall'intelligenza artificiale, alla robotica, all'internet delle cose, ai sensori e la digitalizzazione, alla stampa, al Cloud...ma che cosa hanno queste tecnologie che le accomuna e che ci fa parlare di una rivoluzione comune? Il fatto che hanno una peculiarità, ovvero una natura ri-combinatoria e applicativa. Esse infatti prendono pezzi di tecnologie e le ricombinano in modo da essere una fonte inesauribile di applicazioni e perciò di valore che si crea sul mercato. La ricombinazione di queste tecnologie dà luogo a nuove scoperte, a nuove invenzioni, a nuove applicazioni attraverso il semplice utilizzo di conoscenze che già sono note e che una volta ricombinate in modi diversi generano nuovo valore e nuovi mercati.

Tutto questo ha delle enormi conseguenze nel mercato delle creazioni di nuove idee e conoscenze sui processi produttivi e sulla struttura dei prodotti e dei servizi. L'industria 4.0 è l'idea della Smart Factory, cioè dell'impresa che è automatizzata, robotizzata, digitalizzata e la cosiddetta Servitization, dove il prodotto diventa un servizio nella sua forma più estrema.

Abbiamo detto le tecnologie sono il semplice utilizzo di conoscenze note e che ricombinate con creatività ed applicate ad ambiti diversi generano nuovi prodotti e nuovi servizi e perciò nuovo valore. Ma tutto questo che cosa vuol dire? Si riducono drasticamente le barriere all'entrata nella creazione di nuova conoscenza, cioè non sono necessari i grandi investimenti di ricerca e sviluppo che erano necessari quando sono state inventate le tecnologie 3.0, cioè le grandi reti di trasmissione e la digitalizzazione: lì bisognava avere sviluppo e ricerca come investimenti molto ampi e invece ora basta avere creatività e talento. Le nuove tecnologie avvengono perciò attraverso la nuova idea; idea che avviene a costo marginale che tende a zero e questa è una cosa impressionante mai avvenuta prima: il risultato è un mercato con ampi margini di profitto e guadagni spropositati. Per esempio chi ha una idea brillante inventa un'app innovativa e crea una necessità, la vende poi a Apple o Microsoft, i quali la pagano delle

cifre esorbitanti, e ottiene guadagni anche in brevissimo tempo e senza costi fissi. Per cui si creano mercati dove chi vince prende tutto: in quel mercato grazie a quella app ci si porta a casa tutti i vantaggi, per cui si creano tutti gli infiniti mercati che possono costituirsi una pletora di possibilità mai viste prima.

1.4 Tecnologie abilitanti

[1] Da uno studio di Boston Consulting emerge come la quarta rivoluzione industriale si fonda sull'adozione di alcune tecnologie, definite appunto abilitanti: alcune di queste sono concetti già presenti nell'immaginario collettivo, ma non hanno mai sfondato il muro della divisione tra ricerca applicata e sistemi di produzione; oggi, invece, grazie

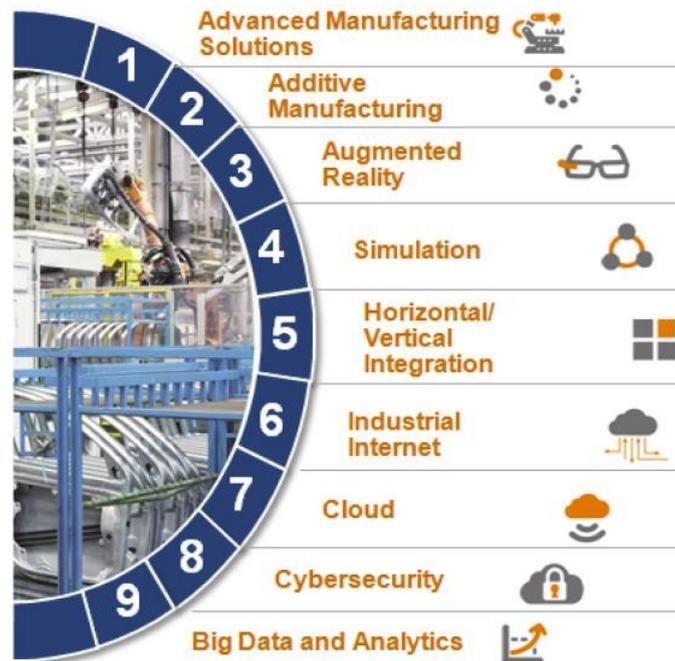


Figura 2 - Le 9 tecnologie abilitanti

all'interconnessione e alla collaborazione tra sistemi, concetti fondanti nel paradigma 4.0, il panorama del mercato globale va verso un cambiamento che porterà alla customizzazione di massa, diventando di interesse per l'intero settore manifatturiero.

1.4.1 Advanced manufacturing solutions

[4] L'Advanced Manufacturing Solution è un ambito della robotica collaborativa fondato sull'integrazione di tecniche e tecnologie per l'ottimizzazione del processo produttivo e la creazione di prodotti differenziati, economici e competitivi. Lo scopo è verificare la

possibilità di attuare migliorie e aumentare l'efficienza, dato che queste tecnologie consentono di definire in maniera completa il processo produttivo in ambiente virtuale, simulando il comportamento dei singoli attori

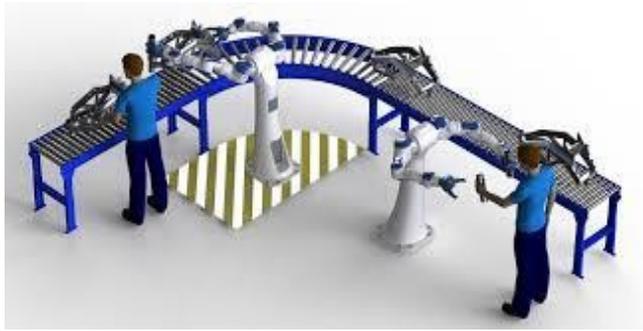


Figura 3 - Esempio applicativo dei cobot

che ne prendono parte: i macchinari, i lavoratori umani, le materie prime, i semilavorati e le componenti.

Tra le tecnologie più accreditate all'interno di Industry 4.0 si stanno distinguendo robot capaci di lavorare a fianco dell'uomo senza necessità di barriere protettive, i cobot. Questi robot possono essere "addestrati" per operare su piccola scala anche per operazioni molto semplici, per essere impiegati nell'esecuzione di lavori pesanti e pericolosi dentro agli impianti produttivi, diventando importanti nelle fabbriche che affrontano un forte incremento dell'età media della manodopera. Questi nuovi robot sono detti "collaborativi" in quanto manifestano una profonda interazione con gli operatori umani, comportandosi in autonomia e in sicurezza come veri e propri assistenti personali, al punto tale da aprire le porte a nuovi modelli di organizzazione del lavoro in fabbrica.

Ad oggi, questi robot stanno rivoluzionando le attività logistiche di moltissime aziende, al punto da rendere completamente automatizzati interi magazzini come quelli di Amazon.

1.4.2. Additive manufacturing

[5] Processo industriale impiegato per fabbricare oggetti partendo da modelli 3D computerizzati, aggiungendo uno strato di materiale su livelli sovrapposti, in opposizione alle metodologie tradizionali



Figura 4 - Stampa 3D di una ruota dentata

di produzione sottrattiva (fresatrici o torni) che lavorano rimuovendo materiale da un blocco primitivo facendogli assumere la forma e le finiture desiderate, producendo truciolo.

Oggi una grande quantità di energia viene quotidianamente richiesta dalle aziende manifatturiere, caratterizzate da un massivo spreco di materiale e da una grande quantità di emissioni nocive. Il bisogno è quello di portare il livello di dispendio energetico ai minimi storici e compiere una svolta decisiva per ovviare al problema del cambiamento climatico. L'AM è per molti aspetti, infatti, una tecnologia di produzione molto più sostenibile rispetto quelle convenzionali, essendo essa basata su principi quali la minimizzazione del materiale utilizzato, il riutilizzo e il riciclo.

[6] L'ASTM (American Society for Testing and Materials) International suddivide le tecnologie di fabbricazione additive nelle seguenti famiglie di processi:

- Vat Polymerization;
- Material Extrusion;
- Material Jetting;
- Binder Jetting;
- Powder Bed Fusion;
- Direct Energy Deposition;
- Sheet Lamination.

Le tecnologie additive elencate, il cui impiego viene scelto in base ad una serie di parametri quali il tipo di materiale, la resistenza meccanica del pezzo, la finitura superficiale desiderata e la velocità e costo della produzione richiesto, si possono suddividere in tre macro aree, basate sulla consistenza della materia prima, ovvero:

- 1) Polveri: tecniche basate sulla sinterizzazione delle polveri o sulla deposizione di un legante chimico su un letto di polvere omogeneo;
- 2) Solidi: tecniche che prevedono l'incollaggio stratificato di fogli o l'estrusione di un

materiale solido o semi solido;

3) Liquidi: tecniche di fotopolimerizzazione tramite lampade UV o di stampaggio a getto.

Questa tecnologia in ambito Industry 4.0 rappresenta certamente lo snodo di un cambiamento che riguarda non soltanto la produzione, ma anche la progettazione flessibile: Industry 4.0 e Additive Manufacturing enfatizzano infatti la possibilità di co-progettare il prodotto in modo parallelo e sinergico, con l'apporto di più imprese, ognuna specializzata in una piccola fase del ciclo produttivo realizzato successivamente con la stampa 3D; in altre parole, è un processo che consente alle imprese artigiane che si evolvono nel così detto "artigianato digitale" di inserire la qualità, l'arte e la creatività tipiche della manifattura italiana anche nei nuovi contesti tecnologici.

1.4.3. Augmented reality

[7] Per augmented reality si intende l'arricchimento della percezione del contesto circostante con dati di tipo digitale, generati tramite tecnologie che consentono la sovrapposizione di contenuti (testi, immagini, filmati live action ecc.) percepiti come parte dell'ambiente reale in cui il soggetto si



Figura 5 - Monitoraggio virtuale della temperatura

ritrova. Gli strumenti utilizzati sono quelli offerti dagli ambienti di modellazione 3D e da sistemi di proiezione su schermi o su visori, potenziati dall'ausilio di dispositivi indossabili finalizzati alla navigazione realistica del modello.

La realtà aumentata permette l'implementazione di informazioni virtuali provenienti dal mondo reale e soprattutto permette di farlo in tempo reale. A differenza della Virtual Reality (VR), che immerge l'utente in un ambiente virtuale completamente nuovo, AR mira ad arricchire la realtà dell'utente attraverso contenuti virtuali che vanno ad

aggiungersi a quelli fisici già esistenti. Azuma [8] ha delineato le tre principali caratteristiche delle tecnologie AR:

- 1) Simulazione 3D;
- 2) Interattività;
- 3) Visualizzazione in tempo reale.

[9] Il potenziale di AR come tecnologia assistiva è ampiamente attribuito alla sua abilità di presentare informazioni rilevanti quando e dove richieste e di conseguenza ridurre il carico di lavoro cognitivo richiesto dagli operatori, con un naturale miglioramento delle loro performance, oltre ad un notevole effetto positivo sul loro carico psicologico.

Questa abilità di trasportare spazialmente e temporalmente informazioni utili in tempo reale permette ad AR di essere una tecnologia molto promettente e spendibile: vengono sempre più spesso adottate tecniche di AR in diversi domini di applicazione come l'educazione, la medicina, le catene di produzione e la navigazione satellitare.

1.4.4. Simulation

La simulazione numerica è uno strumento utilizzato in vari ambiti scientifici e tecnologici grazie al quale è possibile superare le difficoltà o le impossibilità che si affrontano in un laboratorio reale. Grazie ai dati critici forniti riguardo al

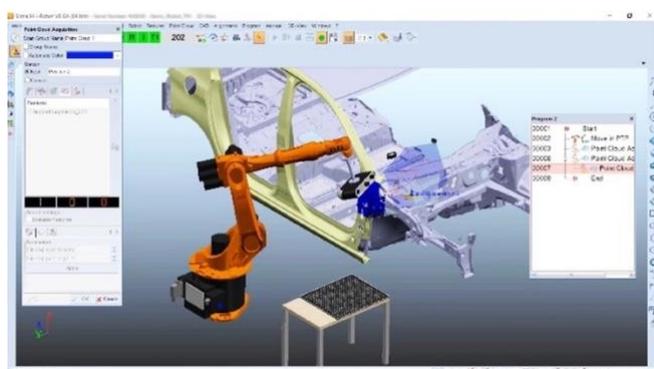


Figura 6 - Simulazione 3D di un braccio robot

progetto già prima della realizzazione dei prototipi, questi tipi di software vengono utilizzati quotidianamente dagli ingegneri per simulare un fenomeno reale prima di procedere alla fase di costruzione, costituendo a tutti gli effetti in una sorta di

laboratorio virtuale e consentendo quindi anche un abbattimento dei costi di studio rispetto ad esperimenti complessi realizzati in laboratorio.

In fase di progettazione i software di simulazione numerica vengono frequentemente utilizzati per simulazioni 3D e modellazione grafica di prodotti, materiali e processi produttivi.

1.4.5. Horizontal/Vertical integration

Mentre le procedure di produzione nel sistema ERP e nel controllo macchine in stabilimento finora sono sempre state viste come aree divise tra loro e spesso distribuite tra diversi sistemi IT, nell'Integrated Industry i processi informatici e di comando vengono sempre più spesso messi in rete ed eseguiti in modo integrato, in modo tale che



Figura 7 - Rappresentazione grafica di Horizontal and Vertical Integration all'interno della Smart Factory

tutti i reparti aziendali abbiano accesso ai dati di produzione e logistici.

[10] La Vertical Integration si riferisce alla necessità di integrare i sistemi implementati a diversi livelli amministrativi di un'organizzazione.

Ad esempio, nell'industria manifatturiera vi è la presenza, al livello più basso, di sistemi di controllo di processo e macchine informatizzate a controllo numerico che adottano determinati format di dati e messaggi. Spesso si basano su diversi sistemi operativi e utilizzano tecnologie di rete diverse. Questi sistemi devono essere alimentati con dati di controllo derivanti da sistemi di pianificazione e schedulazione di livello superiore, mentre le applicazioni di livello inferiore devono raccogliere dati e trasferirli verso l'alto. Nella gestione degli impianti, le applicazioni di livello inferiore sono il Supervisory

Control and Data Acquisition System – SCADA- , il Decision Support System- DSS- e il Geographic Information System -GIS- . Questi sistemi raccolgono e conservano le informazioni provenienti dai dispositivi di campo presenti nell'impianto (in un impianto per la distribuzione dell'acqua, esempi di dispositivi di campo sono pompe e valvole). Il livello superiore dell'organizzazione di monitoraggio e controllo relativo alla gestione di un impianto è costituito da applicativi che svolgono funzioni gestionali utili basando tutte le attività sulle informazioni mantenute da SCADA, GIS o DSS. Uno strumento software per la gestione degli allarmi (es. avvisando il team di tecnici preposti al verificarsi dell'allarme), è un esempio di applicazione di alto livello che interagisce con un sistema SCADA dal quale riceve informazioni sul tipo di allarme e sulle caratteristiche dei dispositivi malfunzionanti. L'integrazione verticale, quindi, implica l'integrazione delle informazioni trasmesse lungo la direzione verticale da applicazioni di alto livello verso applicazioni di basso livello (es. SCADA, GIS e DSS) e viceversa; l'integrazione deve essere indipendente dalla piattaforma, dalla rappresentazione dei dati e dal data mining. L'integrazione orizzontale migliora questo concetto di integrazione, consentendo all'utente di grandi impianti l'esecuzione di trasformazioni molto complesse su dati provenienti non solo da un'applicazione, ma relativi a più applicazioni reali, anche di tipo diverso. Un tipico esempio di integrazione orizzontale è Supply Chain Management, in cui l'organizzazione cerca di ottimizzare l'insieme completo delle attività di inserimento ordini, acquisto, produzione, spedizione ecc., al fine di minimizzare i tempi e i costi di produzione, massimizzando nel contempo il valore per il cliente.

L'integrazione verticale e orizzontale è spesso realizzata in modo automatico mediante la definizione di particolari algoritmi, noti come Business Logics. Essi sono costituiti da un insieme di funzioni più o meno complesse, relative alla trasformazione dei dati prodotti e/o mantenuti da diverse applicazioni all'interno dell'impianto. L'integrazione Verticale e Orizzontale prevede generalmente la definizione della stessa interfaccia (grafica) verso l'utente finale, nonostante siano presenti applicazioni di livello inferiore. La definizione di questa interfaccia ha il vantaggio di evitare all'utente la necessità di essere addestrato all'utilizzo di strumenti e interfacce differenti. Quindi, accoppiare

l'integrazione Verticale/Orizzontale con la definizione di un'interfaccia comune alle applicazioni di livello inferiore, ha i vantaggi diretti di ridurre il periodo di formazione per i lavoratori, di ottimizzare le loro prestazioni e di minimizzare i loro tempi di risposta ad eventi critici (es. guasti).

1.4.6. Industrial internet (Internet of Things)

[11] Con questo neologismo ci si riferisce all'interconnessione in rete internet tra gli oggetti comuni che utilizziamo ogni giorno (Things), i quali vengono sempre più spesso equipaggiati con strumenti digitali intelligenti. E' proprio tale prerogativa a rendere gli oggetti smart, capaci di raccogliere, elaborare e scambiare dati, in modo tale da raggiungere un obiettivo comune mediante mutue interazioni con il mondo circostante. Non tutti gli oggetti internet-oriented però rientrano nel novero delle "things": tale categoria racchiude meramente entità fisiche dotate di intelligenza locale e connettività ad Internet e, in senso più astratto, ingloba oggetti che siano context-aware, ovvero in grado di comunicare con entità circostanti in funzione del contesto spaziale e temporale in cui si trovano. [12] Il sistema sanitario, le smart city e smart building, il social IoT e lo smart shopping sono soltanto alcuni esempi di applicazioni che concorrono al miglioramento della qualità di vita dell'individuo tramite tecnologie IoT: tale innovazione riveste un ruolo fondamentale in svariati domini applicativi che vanno dalla domotica a scenari più complessi, quali Smart City e tutela del patrimonio ambientale tramite environmental monitoring, smart watering, ottimizzazione dei consumi energetici con l'ausilio di contatori intelligenti e Smart Factory, dove ad esempio sono da annoverare i seguenti campi applicativi: logistica e trasporti, gestione della catena di distribuzione, fleet management, industria aeronautica e sistemi di automazione aziendale.

1.4.7. Cloud

[13] Si tratta di una tecnologia che non può avere un'unica definizione e applicazione: ne esistono infatti diverse tipologie e diversi modelli. Volendo sintetizzare, la tecnologia in Cloud consente di usufruire, tramite server remoto, di risorse software e hardware, come per esempio memorie di massa per l'archiviazione di dati, il cui utilizzo è offerto come servizio da un provider. Le tecnologie Cloud possono essere ampiamente utilizzate in Industry 4.0 per aumentare la condivisione dei dati oltre i confini aziendali, migliorare le prestazioni della stessa (maggiore agilità di accesso alle informazioni e flessibilità) e ridurre i costi portando archivi fisici online in formato digitale. Esso rappresenta quindi il tessuto connettivo dell'Industrie 4.0, quello che attraverso sensori, intelligenza artificiale e robotica permette di costruire una strategia di produzione innovativa, più efficace ed efficiente, rappresentando quindi un vero e proprio acceleratore della digital transformation all'interno delle aziende manifatturiere. Il Cloud permette infatti di avere a disposizione la potenza di calcolo necessaria per individuare ed estrapolare le informazioni rilevanti all'interno della miriade dei dati acquisiti e sfruttare quindi al meglio nuove opportunità di business.

Il grande impatto che Cloud può avere sulle imprese non deve spaventare: le modalità di fruizione delle tecnologie, grazie alle nuove formule "pay-per-use" e "as-a-service" del Cloud, sono oggi concretamente alla portata di qualsiasi organizzazione, grande o piccola che sia, ed è proprio per questo che tale tecnologia è risulta così attraente per i CIO e i responsabili delle linee di business. Una delle chiavi di successo dell'Industriy 4.0 e dello smart manufacturing anche per aziende di dimensioni medie e medio-piccole è infatti è proprio la possibilità di scegliere modelli di implementazione flessibili, che sono in ogni caso in grado di portare con sé innovazioni di enorme portata. Con il Cloud sarà sempre possibile scegliere la miglior innovazione tecnologica rispettando i vincoli di budget, trasformando gli investimenti iniziali in costi ricorrenti e diluiti sull'orizzonte temporale di riferimento, a tutto vantaggio del ROI dell'impresa.

1.4.8. Cyber-security

[14] Per Cyber-security si intende l'analisi delle minacce, delle vulnerabilità e del rischio associato agli asset informatici, al fine di proteggerli da possibili attacchi (interni o esterni) che potrebbero provocare danni diretti o indiretti di elevata entità ad un'organizzazione aziendale, in particolare di impatto superiore ad una determinata soglia di tollerabilità (es. economico, politico-sociale, reputazionale, ecc.) caratteristica e stabilita dall'azienda stessa.

È assodato che Industry 4.0 dovrà significare innovazione di processo, di prodotto, di servizi, di gestione, con impatti significativi sugli impianti, sui prodotti, sulle informazioni e ovviamente sulle persone. Industry 4.0 sarà incentrata e resa possibile grazie alla pervasività delle tecnologie ICT e a quello che è ormai comunemente chiamato il cyberspazio: esso avrà un ruolo determinante in quelli che sono i punti cardine di questa quarta rivoluzione industriale, ovvero una decisa innovazione di processo, di prodotto, di gestione e di servizi con impatti significativi sui prodotti, sulle informazioni, sugli impianti e certamente sulle persone. Una delle conseguenze auspiccate sarà l'estensione al mondo manifatturiero (e non solo) di quello status di Always-on che ciascuno di noi sta già sperimentando a livello individuale, vale a dire lo status del tutto connesso, a qualsiasi ora e in qualsiasi circostanza. Le tecnologie abilitanti includono Intelligenza Artificiale, Cloud, Robot, Droni, Big Data, e, specialmente per Industry 4.0, Internet of Things (IoT). E' proprio qui il primo warning, dove un efficiente sistema di Cyber-security gioca un ruolo fondamentale: tutte queste tecnologie e, una su tutti IoT, hanno già di fatto incrementato a dismisura e incrementeranno sempre di più quella che gli esperti oggi chiamano la "superficie attacco", vale a dire le opportunità di sferrare attacchi malevoli da parte di cyber criminali, siano essi individui singoli o organizzazioni criminali. Il "Always-on" significa, "più porte e più finestre" verso il mondo esterno: la naturale conseguenza è un significativo aumento del rischio che gli attaccanti (ovvero chiunque ne avesse le competenze) riescano, a costi ridotti, a sottrarre informazioni e dati top-secret fondamentali per le aziende.



Figura 8 - 5 punti per organizzare una Cyber-security aziendale efficiente

1.4.9. Big data and analytics

[15] Big data and analytics descrive una raccolta di dati eterogenei, strutturati e non, definita in termini di volume, velocità, varietà e veridicità. Il Big Data Analytics riflette la sfida di non poter gestire con i metodi tradizionali dati troppo vasti, troppo poco strutturati e troppo veloci: a partire dalle aziende e arrivando alle istituzioni di ricerca, passando per enti governativi, al giorno d'oggi le organizzazioni generano in maniera regolare dati di portata e complessità senza precedenti. La sfida di Industry 4.0 è proprio questa: tentare di estrarre in maniera efficiente le informazioni significative da tali fonti di dati in modo facile e immediato. Per tale motivo l'analitica è diventata irrimediabilmente vitale per riuscire a cogliere l'intero valore dei Big Data, ai fini di migliorare le prestazioni aziendali e di conseguenza anche la propria quota di mercato. Gli strumenti studiati appositamente per gestire il volume, la velocità e la varietà dei big data sono migliorati notevolmente negli ultimi anni: in generale, queste tecnologie non sono eccessivamente costose e gran parte dei software è open source; tuttavia, queste tecnologie richiedono un set di competenze nuovo per la maggior parte dei reparti IT, i quali dovranno lavorare sodo per integrare ed analizzare tutte le fonti di dati raccolte.

2. LA FABBRICA DEL FUTURO

2.1. Smart Factory

[16] Per produzioni competitive, I nuovi stabilimenti necessitano di essere progettati e sviluppati nella direzione della Smart Factory. Lo sviluppo delle Smart Factories ha inizio con la quarta rivoluzione industriale, la quale a differenza delle precedenti si basa su i così detti cyber-physical systems (CPS) e sul dynamic data processing. Grazie all'ingresso dei CPS le aziende si affideranno a tecniche di lavorazione intelligenti, dove l'uomo è ancora necessario, ma non così fondamentale come lo era prima. [4] In questi casi l'efficiente comunicazione tra i macchinari, i computer e i sensori è un imperativo che permette uno scambio di dati tale da assicurare l'esecuzione autonomia dei processi produttivi. Questi nuovi sistemi, infatti, consentiranno alle fabbriche di essere più indipendenti dall'azione umana ed efficienti sotto ogni punto di vista: la diretta conseguenza sarà l'enorme riduzione delle probabilità di errore umano e un decisivo efficientamento della produzione che sarà più proficua ed economica, soprattutto grazie al minor spreco di tempo e materiali.

A differenza delle precedenti rivoluzioni industriali, una su tutti la terza, dove lo sviluppo dell'elettronica e delle tecnologie informatiche furono la chiave di volta, ora il collegamento che esiste tra sistemi fisici e digitali è di cruciale importanza. Le Smart Factory, infatti, includono gran parte delle principali tecnologie abilitanti di Industry 4.0 come tecnologie di Additive Manufacturing, Simulation, IoT, Cloud computing e Vertical and Horizontal integration. Altre tecnologie frequentemente utilizzate in questi contesti sono anche l'IT-based management, la cyber-security, lo Smart energy, i real-time data processing algorithms e prodotti smart quali smartphones e tablet.

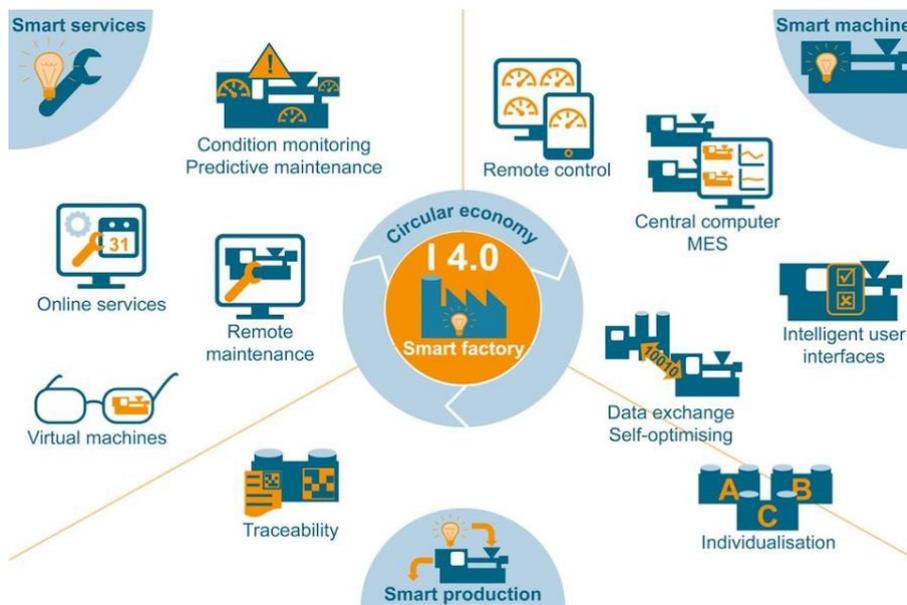


Figura 9 - Tecnologie caratteristiche della Smart Factory

La Smart factory presenta quattro caratteristiche chiave:

- 1) *Self-awareness*: capacità di combinare tra loro abilità di identificazione, localizzazione e stato del sistema istante per istante;
- 2) *Modularity*: proprietà che permette di dividere il sistema da analizzare in sottocomponenti funzionali ad essere ricomposti in sistemi con diversa configurazione;
- 3) *Heterogeneity*: capacità di analizzare le diversità e le differenze che interoccorrono tra le possibili configurazioni del sistema e dei suoi componenti;
- 4) *Interoperability*: caratteristica che permette ai sistemi di scambiare informazioni tra di loro. Con tale fine, tutti i sottosistemi devono essere capaci di permettere il libero scambio di informazioni tra di loro, rendendole accessibili e comprensibili.

[17] Le Smart Factory si differenziano da quelle tradizionali per una serie di peculiarità: mentre in quelle tradizionali viene prodotto soltanto una tipologia di prodotto per linea, nelle Smart Factory i prodotti sono diversificati (diversi prodotti provengono da una stessa linea, per cui la produzione è massima e le risorse da utilizzare vengono ben definite già in fase di progettazione. Le linee produttive, infatti, si adattano velocemente e soprattutto autonomamente al nuovo tipo di prodotto, mentre in quelle tradizionali è

difficile modificare le caratteristiche delle linee in corso d'opera. Le Smart Factory inoltre sono caratterizzate da una completa connettività, il che significa che devices, prodotti e persone sono estremamente connesse tra loro e interagiscono tramite le informazioni prodotte dal sistema, operando in un network connesso e sempre attivo capace di processare enormi quantità di dati. Questo non accade negli stabilimenti tradizionali, dove i devices utilizzati sono connessi soltanto con le informazioni provenienti da un sistema centrale, il quale è programmato per uno specifico e limitato range di servizi e che quindi riesce a processare una quantità di informazioni limitata.

Per passare con successo a una produzione "smart" e implementare le tecnologie CPS le imprese devono confrontarsi con:

- *Complessità di sistema*: l'interconnettività conferisce una complessità maggiore al sistema, in cui ogni elemento deve essere integrato agli altri ed eseguire le funzioni a cui è designato. Ognuno dei sensori presenti deve funzionare correttamente, e le verifiche richiedono tempo e risorse.
- *Grandi quantità di dati*: gli strumenti IoT connessi in una Smart Factory raccolgono di continuo un'infinità di dati riguardanti i processi di produzione, i quali sarebbero inutilizzabili senza i giusti strumenti analitici. In aggiunta, il numero di strumenti interconnessi necessari alla raccolta e l'analisi dei dati può porre problemi in materia di sicurezza: più strumenti significa anche più punti di accesso alla rete, per questo motivo è fondamentale scegliere la piattaforma software giusta per l'automazione industriale.
- *Linee di produzione sorpassate*: i macchinari complessi sono costosi e di difficile sostituzione, per cui il passaggio alle tecnologie necessarie ad implementare una Smart Factory non è certamente immediato.

Le opportunità riscontrabili dall'implementazione delle fabbriche intelligenti, tuttavia, ricompensano indubbiamente le esigenze espresse.

Con la nuova tecnologia Smart Factory infatti è possibile:

- Ridurre i costi operativi, ottimizzando la gestione di dati e processi.
- Aumentare la qualità del prodotto, tramite monitoraggio dei prodotti, ricercando difetti di qualità e individuando tendenze negative da correggere.
- Migliorare l'efficienza, correggendo o eliminando risorse non soddisfacenti tramite l'analisi dei dati in tempo reale.
- Minimizzare i tempi di fermo in produzione monitorando giorno e notte la produttività dei macchinari e quindi effettuando una manutenzione predittiva dell'apparecchiatura per prevenire i guasti.

2.2. Smart Energy

[18] L'energia, nelle sue differenti forme, è sempre stata il motore dell'industria e anche oggi nella prospettiva della cosiddetta Smart Factory lo è pienamente. Proprio per questo motivo ormai anche la componente energetica nel processo industriale è completamente integrata: dalla generazione al suo utilizzo finale, che viene sempre più spesso gestito contestualizzando le esigenze del processo e del sistema in cui è inserito. Una completa definizione di Industria 4.0 non può quindi prescindere da quella dell'energia intelligente, che altrettanto condivide con la nuova manifattura tecnologie evolute, reti digitali e sofisticate sensoristiche: la Smart Energy consente infatti di ottenere notevoli vantaggi in senso di risparmio energetico e quindi di risparmio economico e soprattutto riduzione delle emissioni inquinanti. Essa permette di ottimizzare i consumi ed efficientare la produzione, la trasmissione e la distribuzione di energia, quindi di eliminare gli sprechi e ridurre significativamente le emissioni di CO₂, anche grazie all'ottimizzazione della produzione da rinnovabili. Non solo: rendere efficiente la distribuzione dell'energia significa anche prevenire blackout o sovraccarichi, mettere in comunicazione gli impianti sulla rete con le grandi centrali per ottimizzare domanda e offerta e minimizzare variazioni del servizio.

Per il gestore, la Smart Energy comporta poter valutare in tempo reale il comportamento della rete in caso di guasti o lavori programmati e conoscere in tempo reale i consumi degli utenti: una gestione smart fornisce infatti energia solo se e quando serve, minimizzando i costi di manutenzione con il monitoraggio costante e la manutenzione predittiva e riducendo i tempi di attesa in caso di ripristino del servizio di fornitura. Per l'utente, invece, la Smart Energy comporta in primo luogo un risparmio sulla bolletta, dovuto al fatto che il fabbisogno viene sempre maggiormente distribuito in modo intelligente, cioè agli orari più vantaggiosi [6].

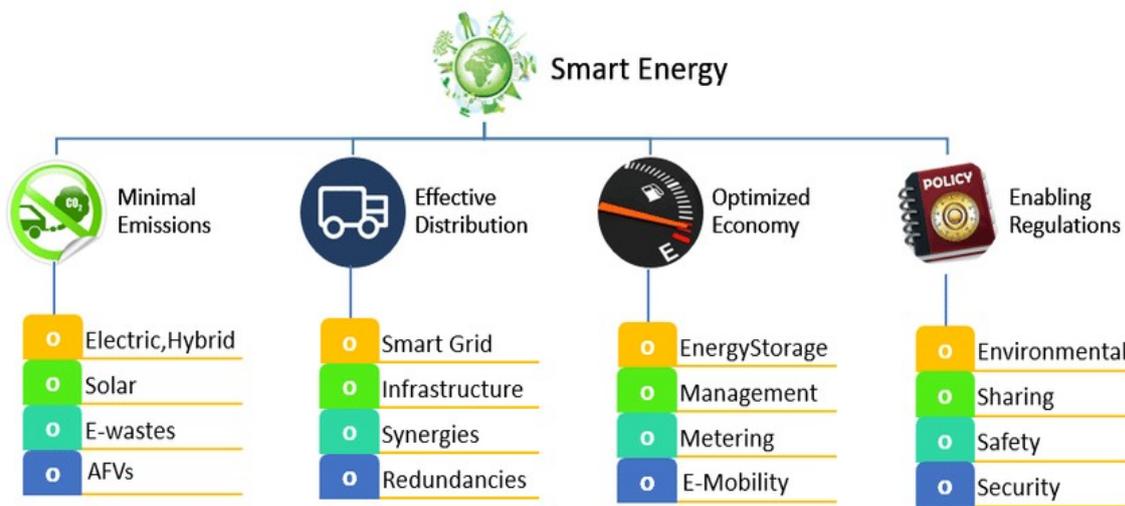


Figura 10 - Obiettivi e strumenti della Smart Energy

2.3. Smart Service

[19] Il servizio può essere definito Smart, ovvero intelligente, ogni qual volta questo, attraverso l'utilizzo di tecnologie ICT (Information and Communications Technologies), venga erogato in modo da anticipare i problemi e le esigenze del cliente. Queste tecnologie favoriscono l'acquisizione e l'elaborazione d'informazioni contestuali, in modo tale da fornire proposte d'intervento e di risoluzione nel minor tempo possibile e soprattutto con minori sforzi e costi.

Un prodotto Smart è caratterizzato dall'unione di un cyber-physical system con dei internet-based services, denominati appunto Smart Service.

Esiste una forte analogia tra i servizi Smart e le app per smartphone: i futuri smart service per vari tipi di beni industriali o del consumatore sono simili alle app che oggi troviamo in tutti gli store Apple o Google, questo perché così come le funzionalità delle app si basano su determinati codici e algoritmi e fanno uso di sensori e attuatori presenti nel telefono e progettati secondo interfacce definite, gli Smart Services allo stesso modo fanno uso di codici e algoritmi per accedere ai sensori e gli attuatori tramite il sistema cyberfisico e i sistemi embedded.

[20] E' possibile classificare i servizi secondo due variabili: la prima variabile descrive il ruolo del fornitore del prodotto o servizio, quindi la sua presenza (si/no) e il suo ruolo (attivo/passivo) mentre la seconda descrive il ruolo del cliente rispetto al servizio, ovvero del soggetto che necessita di una soluzione per soddisfare una data esigenza, indipendentemente dal contesto in cui lo stesso operi.

Si possono quindi identificare quattro differenti categorie di servizi smart, comunque abilitati dalla tecnologia incorporata su un dato prodotto, oltre che da altre tecnologie di comunicazione (uno smartphone e/o una app).

- *Servizi Human to Human (H2H)*: servizi high-touch ad alta intensità di contatto umano in cui la tecnologia non si sostituisce all'uomo, ma abilita interazioni a distanza che favoriscano l'insorgere e lo sviluppo di nuove forme d'interazione tra fornitore e cliente, che però continuano a svolgere ruoli attivi durante tutta la durata del processo.

- *Servizi Human to Machine (H2M/cliente)*: la tecnologia abilita un processo di self-service, dove il cliente è l'unica parte attiva. In questo caso il cliente, grazie alle interfacce e alle tecnologie di cui già dispone (ad esempio uno smartphone) e/o a quelle incorporate nel prodotto è in grado di eseguire un'azione senza il supporto e la presenza, neppure da remoto, del fornitore.

- *Servizi Human to Machine (H2M/fornitore)*: il fornitore eroga il servizio per conto del cliente, che assume invece un ruolo passivo, poichè fruisce del risultato processato dal

servizio senza addirittura sapere se, come e quando esso sia stato eseguito: il desiderio del cliente è proprio quello di non essere coinvolto dalle esigenze del processo.

- *Servizi Machine to Machine (M2M)*: la tecnologia automatizza completamente il processo e può rendere non necessaria la presenza di interfacce uomo/macchina per l'esecuzione di comandi relativi ai processi di uso del prodotto. La pervasività e convergenza delle reti di comunicazione e l'avvento dei paradigmi di cloud computing agevola la centralizzazione delle logiche di controllo. La tecnologia abilita quindi il monitoraggio e la rilevazione dei dati ambientali e di quelli inerenti condizioni di uso e funzionamento.

I servizi ad alta tecnologia rappresentano dunque strumenti per acquisire vantaggio competitivo, grazie alla differenziazione dell'offerta che rende ogni soluzione specifica per quel cliente, in quel contesto e a quelle particolari condizioni. Sono quindi dei mezzi grazie ai quali è possibile conseguire risultati economici migliori per il minore dispendio di risorse, nonostante l'implementazione non sia immediata e richiede una particolare valutazione del livello di accettazione, diffusione e persistenza delle tecnologie impiegate.

2.4. Cooperazione tra aziende

[21] La condivisione di informazioni digitali all'interno della Supply Chain e con attori esterni è un prerequisito fondamentale per l'implementazione di Industria 4.0, soprattutto per quanto riguarda uno dei suoi principali aspetti, ovvero l'Horizontal and Vertical integration. Per l'implementazione tecnica però vi sono prima altri fattori da considerare quali mancanza di fiducia, benefici ancora poco delineati per i fornitori e percezioni diversificate riguardo la condivisione dati in ambito Industria 4.0, specialmente tra le piccole-medio imprese. Per cui quali sono i fattori che influenzano

in maniera determinante la definitiva implementazione del cosiddetto “information sharing”?

La digitalizzazione delle informazioni e la collaborazione lungo la Supply Chain ha un ruolo sempre più centrale nell’ambito della quarta rivoluzione industriale: le Horizontal and Vertical Integration attuata mediante le tecnologie abilitanti permette di scambiare dati tra fornitori e consumatori in maniera sempre più veloce ed efficiente, attraverso la connessione in tempo reale di macchine, prodotti e uomo.

Tutt’ora però l’interconnessione completa rimane una sfida: sono ancora troppe le varietà, le tipologie e le origini dei dati da condividere e ancora troppo diversificati i modus operandi delle imprese e le piattaforme utilizzate, soprattutto a livello globale dove si troverebbero a collaborare imprese provenienti da paesi totalmente diversi sotto il punto di vista organizzativo oltre che culturale.

2.4.1. Difficoltà delle PMI

[22] Nel caso delle PMI entrano in gioco una serie di limiti che indeboliscono, inevitabilmente, le intenzioni di innovare. I principali ostacoli riscontrati sono:

- Scarsa informazione, sia riguardo i benefici derivanti dall’adozione dei principi di Industria 4.0, sia per quanto concerne gli incentivi messi a disposizione, con conseguente timore nei confronti dei processi innovativi.
- Gli alti costi legati all’acquisto dei macchinari, sensori e altre attrezzature per rendere i processi produttivi Smart, soprattutto in presenza di una limitata disponibilità economica.
- La diffusa avversione a realizzare collaborazioni di stampo innovativo con dei partner esterni (aziende, università, ecc.).

Come se non bastasse bisogna anche considerare la confusione generata dal fatto che la rivoluzione industria 4.0 non ha una tecnologia o un processo di riferimento, ma una moltitudine (a differenza delle rivoluzioni industriali che l’hanno preceduta e che si

fondavano su un numero ristretto di tecnologie). Di conseguenza si aggiunge la difficoltà per le imprese di individuare quali tecnologie sono rilevanti per il loro business e quali no.

Oltre alle difficoltà sugli aspetti tecnici c'è anche da considerare l'avversione a realizzare collaborazioni dei partner esterni, causata principalmente dalla mancanza di fiducia tra le diverse compagnie riguardo la collaborazione e la condivisione di dati personali. Tutti questi fattori portano ad una riluttanza verso la condivisione di dati attraverso mezzi digitali, visti ancora come fonte di pericolo sia sotto l'aspetto economico-organizzativo che quello di tutela della privacy, nonostante è ormai ben noto che un'elevata interconnessione in un contesto di Smart Factory, soprattutto Machine-to-Machine, è uno degli obiettivi principali di questa rivoluzione e potrebbe portare all'azienda enormi benefici in termini di efficienza e risparmio.

2.4.2. Vantaggi

[23] La condivisione di informazioni, o l'estensione della Supply Chain tramite la quale le imprese dovrebbero scambiarsi dati utili, gioca un ruolo cruciale nell'efficientamento della linea produttiva. Tramite questa innovazione, infatti, esse hanno l'opportunità di creare enormi vantaggi nei confronti della rivalità.

La collaborazione con diversi attori esterni all'impresa (fornitori, clienti, rivali, università e centri di ricerca ecc.) infatti può migliorare sia la condivisione delle conoscenze sia la comprensione del mercato, risultando di fondamentale importanza nell'espansione nell'azienda, soprattutto per quanto concerne le capacità di innovare.

La collaborazione permette alle organizzazioni di acquisire notevoli vantaggi quali:

- La facilitazione nello scambio delle conoscenze;
- La riduzione dei costi di ricerca e sviluppo, essendo condivisi con i partner.
- La semplificazione nell'accesso alle risorse complementari per rispondere alle esigenze del cliente.

Tali vantaggi si realizzano tramite una relazione di fiducia, nella quale i partners comunicano apertamente le loro richieste, le loro visioni e i loro obiettivi, in modo da riuscire ad individuare un “common goal”.

Ci sono varie modalità con cui un'azienda può ricevere un trasferimento di innovazioni:

- Cooperazione diretta attraverso progetti di ricerca condivisi;
- Consigli legali, fiscali, gestionali e organizzativi;
- Trasferimento di conoscenza/informazioni (trasferimento diretto di dati, documenti, brevetti, scambio di informazioni con degli esperti e con le istituzioni di ricerca ecc.).

La capacità di stringere collaborazioni efficaci inoltre è assolutamente dipendente dalle capacità interne dell'impresa: solo le aziende che posseggono determinate capacità, una su tutte la capacità di innovare, possono raggiungere i risultati aspettati. Secondo la teoria della Resource Based View (RBV) infatti senza questa capacità, l'acquisizione di nuove conoscenze attraverso le reti di collaborazione ha poco valore, dato che non si riuscirebbe a sfruttare a pieno le conoscenze apprese riguardo l'innovazione di un prodotto o processo produttivo: per questa ragione, i benefici derivanti dalla collaborazione con degli attori esterni possono essere realizzati solo se l'azienda è in grado di apprendere e integrare le informazioni ricavate.

2.4.3. Innovazione delle PMI

[24] Nel caso delle PMI, due tipologie principali di attori sono coinvolte nel trasferimento d'innovazione:

- 1) I fornitori d'innovazione: università, centri di R&S delle grandi compagnie, altri centri indipendenti di ricerca ecc.
- 2) Coloro interessati all'aumento della competitività delle PMI a seguito del trasferimento della tecnologia.

Quest'ultimi possono essere ulteriormente divisi in due categorie: gli enti governativi e le grandi aziende che hanno le PMI nel loro indotto.

Per quanto riguarda la prima categoria, è evidente che l'interesse degli enti governativi nella competitività delle piccole-medie imprese sia maggiormente accentuato: il rafforzamento di questa categoria di impresa presenta diversi vantaggi quali l'omogeneità tra le regioni e la competitività del Paese a livello mondiale. I maggiori contributi forniti dagli enti governativi sono spesso incentivi fiscali e semplificazione delle pratiche burocratiche.

In merito alla seconda categoria, ovviamente una PMI che segue un percorso di innovazione può fornire prodotti e/o servizi di migliore qualità alle grandi aziende clienti, le quali possono così beneficiare di un vantaggio competitivo. Tuttavia, per favorire un trasferimento efficace dell'innovazione è necessaria un'ottima coordinazione e integrazione tra i diversi attori.

I loro ruoli possono essere:

- Pianificare servizi di formazione per gli impiegati delle PMI, in modo da creare un ambiente organizzativo che supporti il trasferimento d'innovazione.
- Realizzare scambi reciproci di personale con le aziende in modo da permettere lo scambio diretto del know-how;
- Favorire l'uso delle architetture informatiche moderne in modo da facilitare la diffusione dei risultati di ricerca.

2.4.4. Propensione allo Sharing Information

[25] Nonostante il fatto che questi benefici sono ben noti nella pratica aziendale, molti dirigenti sono riluttanti all'iniziativa. Questo è vero soprattutto per quelle informazioni che contengono dati riservati o in qualche modo vitali per la sopravvivenza dell'azienda. Studi hanno infatti dimostrato come le maggiori preoccupazioni circa la condivisione

riguardano l'eventuale opportunismo dei competitors e una non equa distribuzione dei rischi e dei benefici, poiché non vanno considerati sono gli aspetti tecnologici, ma anche quelli sociali e relazionali tra i capitali sociali delle varie ditte.

E' infatti fondamentale in quest'ottica possedere un'elevata socialità, intesa come la capacità di relazionarsi e lavorare in team. Secondo Nahapiet and Ghoshal [26] infatti sono tre le caratteristiche fondamentali per sviluppare una coordinazione efficiente intra ed extra aziendale:

- 1) L'interazione sociale, ovvero la capacità di formare una fitta rete di interazioni grazie alla quale poter incrementare la frequenza della condivisione di dati e migliorarne la forma.
- 2) La fiducia, grazie alla quale è possibile migliorare la qualità della cooperazione, attraverso l'eliminazione (o per lo meno la riduzione) di misure atte a prevenire la condivisione di dati sensibili con terze parti.
- 3) La visione comune, riferita alla possibilità di trovare un obiettivo comune e lavorare in sinergia per realizzarlo, superando quindi eventuali barriere comunicative e/o culturali.

E' quindi evidente come la propensione di un'impresa a collaborare e condividere alcuni dati personali sia direttamente proporzionale a:

- Livello di interazione cliente-fornitore;
- Livello di fiducia cliente-fornitore;
- Livello di visione condivisa cliente-fornitore.

Non è tutto: specialmente per le PMI non è da sottovalutare nella valutazione della condivisione dati la presenza di ulteriori fattori assolutamente determinanti:

- 1) le risorse di ricerca e sviluppo in ambito digitalizzazione;
- 2) le tecnologie 4.0 come la IoT, i Big Data e il Cloud;
- 3) il livello di beneficio economico che se ne può trarre.

L'implementazione delle tecnologie atte alla condivisione di dati infatti richiedono sostanziosi investimenti sulla digitalizzazione aziendale: spesso quindi le imprese vogliono avere la certezza che i possibili benefici siano maggiori delle risorse investite sullo sviluppo di una Smart Factory.

I benefici di tale trasformazione sono però chiari:

- Aumento dell'efficienza produttiva;
- Aumento dei volumi produttivi;
- Ottimizzazione organizzativa (magazzini, risorse, trasporti, tempistiche ecc.);
- Aumento della capacità di creare prodotti e servizi innovativi;
- Dematerializzazione documentale.

2.4.5. Dematerializzazione documentale

[27] Quest'ultimo punto è di particolare rilevanza per le aziende poiché a sua volta permette di ottenere ulteriori vantaggi in termini di efficienza.

Con la crescente pratica della digitalizzazione dei documenti e la conseguente dematerializzazione documentale, è infatti possibile diminuire drasticamente la quantità di materiale (spesso inutile) presente nelle stanze d'archivio aziendali: i dati digitali ottenuti dall'informatizzazione documentale danno un contributo indispensabile al corretto funzionamento dell'azienda e in particolare delle linee produttive. La dematerializzazione, infatti, non fa altro che ottimizzare e semplificare lo scambio e la gestione delle informazioni, favorendo scambi di documenti, progetti e dati tra i diversi reparti aziendali ma soprattutto con fornitori e clienti esterni in tempo istantaneo, tutto a beneficio della produttività. La digitalizzazione della documentazione significa attivare tavoli di lavoro condivisi su cui operare contemporaneamente, indipendentemente dal luogo e, spesso, anche dai devices di fruizione di tali dati.

Poter attingere a informazioni nel momento stesso in cui servono consente di ricevere i

contributi di colleghi dislocati geograficamente per la pianificazione o definizione di progetti, nell'ottica di una sempre più ampia collaborazione esterna all'azienda.

2.4.6. Big Data Management

[28] Resta ora soltanto una domanda: come poter trasformare la propria impresa in una Smart Factory e implementare un'efficiente rete di scambio dati extra-aziendale, ottenendo tutti i vantaggi sopra citati? Grazie al Big Data Management risulta oggi sempre più semplice riuscire ad ottimizzare le dinamiche legate alla digitalizzazione, l'intelligenza artificiale, l'Internet of Things e il cloud computing.

Le principali fasi per l'implementazione di una strategia di gestione dei Big Data in ottica di information sharing sono:

- *Analisi delle fonti da utilizzare per la raccolta dei dati:* il flusso di informazioni generato dai device aziendali e dal reparto IT è immenso e ininterrotto (sensori, chatbot, sistemi di tracking ecc.) e a questa mole di dati si aggiungono Internet, social media e piattaforme e-commerce, per cui è fondamentale riuscire ad ottimizzare le interazioni tra macchinari, software e stakeholder interni ed esterni.
- *Deciframento corretto dei dati da utilizzare in azienda:* uno scambio di comunicazioni efficiente implica che gli interlocutori parlino lo stesso linguaggio e non saper decodificare e decifrare correttamente i Big Data in un contesto di Industria 4.0 significa rendere impossibile il dialogo tra macchinari diversi.

E' fondamentale però sapere che il sistema utilizzato per fare Big Data Management deve essere sufficientemente flessibile e dinamico, così da permettere all'azienda un uso in tempo reale dei dati, sia per le analisi interattive sia per alimentare i sistemi di AI, Machine Learning e Data Simulation: le infrastrutture tradizionali infatti rappresentano un vero e proprio collo di bottiglia per sviluppare il business in un contesto di Industria

4.0, per cui è sempre più centrale il ruolo di un solido sistema storage, ovvero lo spazio in cui vivono i dati e la base delle attività di Big Data Management, che sia in grado di assicurare velocità, prestazioni e sicurezza ideali le aziende.

In tal modo sarà sempre più immediato migliorare l'efficienza e la capacità produttiva, e di conseguenza individuare nuove opportunità di business generate dalla realizzazione di nuovi prodotti o servizi.

2.5. Trasformazione digitale

2.5.1. Conseguenze territoriali

[3] Cominciamo a entrare nel discorso a livello spaziale: la trasformazione 4.0 a livello territoriale che cosa ci fa aspettare che succeda? Senz'altro ci aspettiamo una concentrazione spaziale delle tecnologie core, cioè delle tecnologie che ancora richiedono ricerca e sviluppo (grandi reti , 5G ecc.), però contemporaneamente la rivoluzione 4.0 può aprire enormi opportunità di invenzione e di innovazione in aree non centrali nello sviluppo delle tecnologie, quindi aree più periferiche rispetto al core (Germania ad esempio), perché l'input fondamentale non è più la conoscenza di base passata che si cumula nel tempo attraverso grandi laboratori di ricerca e sviluppo, ma è la creatività e il talento nel vedere la possibilità di creare nuovi bisogni: è questo che fa Apple ad esempio, cioè continua a stimolarci inventandoci nuovi bisogni che prima non avevamo.

Il mercato è costituito a questo punto dagli inventori e non sono più le grandi imprese piuttosto che i giganti della dell'informatica, ma sono imprese minuscole, una miriade di piccole imprese se non addirittura il singolo individuo e perciò micro imprese con costi fissi nulle un numero limitatissimo di dipendenti che fanno concorrenza ai giganti dove le grandi imprese storiche competono e che possono quindi acquisirle, ma le pagano a prezzo a d'oro e perciò una rivoluzione terrificante in cui cambiano le regole della competizione e della creazione di conoscenza.

[36] Per analizzare questo è stato creato un database sulle tecnologie 4.0: mentre le

tecnologie tipiche tradizionali (1.0, 2.0, 3.0) sono diffuse e concentrate nei soliti paesi in via di sviluppo come la Germania, le tecnologie applicative di Industria 4.0 sono già molto più sparpagliate, classificando le regioni in base all' intensità brevettuale del 4.0: possiamo trovare le regioni leader che sono quelle che avevano capacità 3.0 e vanno avanti con la 4.0 (Technology leader regions); quelle che invece fanno un passo indietro e rimangono nella 3.0 (Falling behind regions), e infine quelle che vengono chiamate le isole felici, nelle quali c'è un salto nel quale senza particolari conoscenze 3.0 si riesce a entrare nelle 4.0 (Island of innovation).

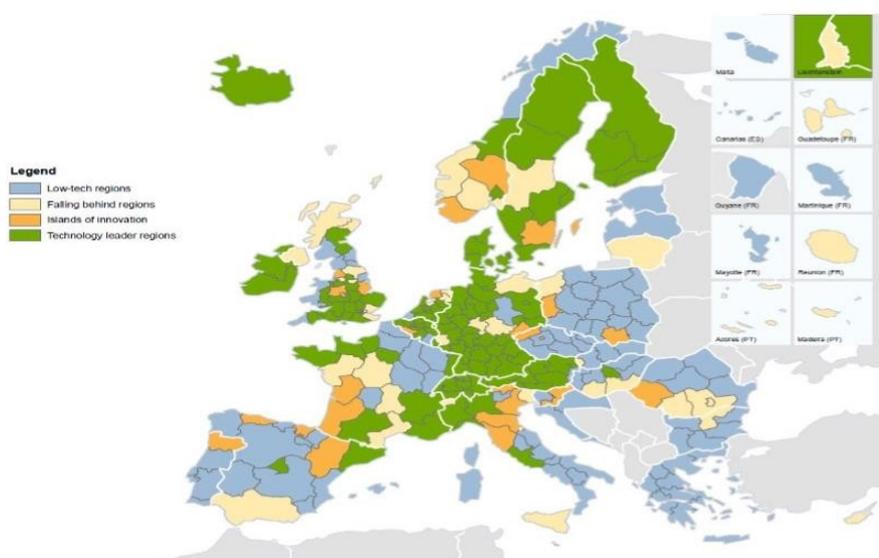


Figura 11 - distribuzione territoriale dello sviluppo tecnologico dei paesi europei

2.5.2 Sviluppo settoriale

Lo sviluppo 4.0 consiste quindi in una riorganizzazione di settori attraverso l'adozione di tecnologie che siano nuovi mezzi di creazione del valore, cioè nuovi modelli organizzativi e di business. Ce ne sono due principali molto importanti: l'industria 4.0, che è quella della automazione dei processi produttivi, e la Servitization, che è la creazione di mercati in cui i prodotti sono dematerializzati in servizi.

[3] Le economie locali per avere queste trasformazioni devono essere specializzate in settori coinvolti maggiormente nella trasformazione e questi settori devono avere un'elevata intensità di adozione delle tecnologie sopracitate. Sono state suddivise le

regioni i cui settori producono tecnologie 4.0, quelli grandi vantaggi all'adozione e settori tradizionali non particolarmente interessati ma che in qualche modo subiscono la trasformazione.

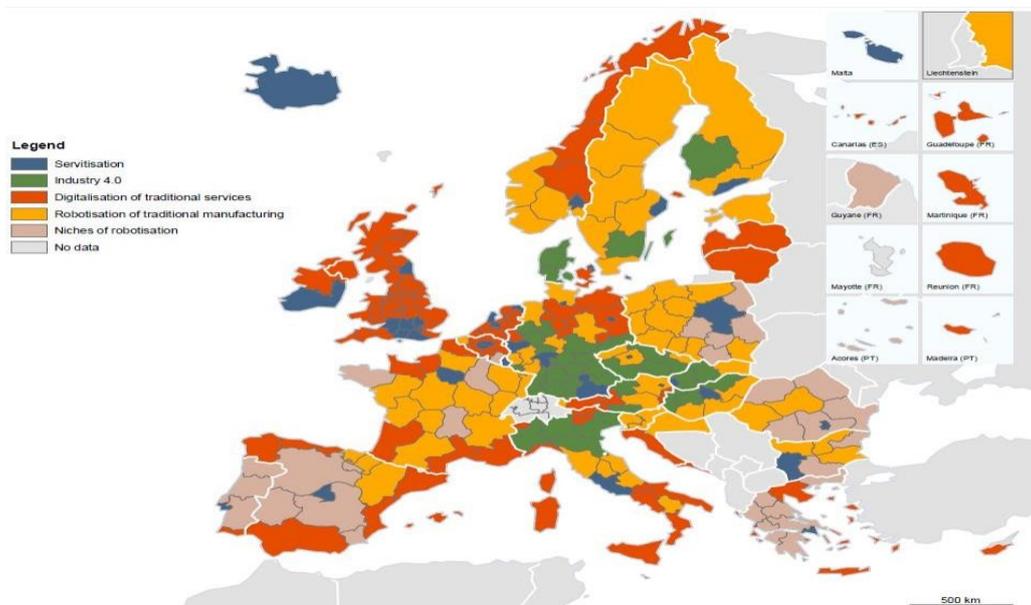


Figura 12- Sviluppo settoriale in campo 4.0 in ciascun paese europeo

[36] L'adozione delle tecnologie 4.0 nell'ambito del manifatturiero inoltre è stata misurata con i robot a livello regionale, ottenendo una mappatura del numero di robot ogni 1000 abitanti tra il 2008 e il 2016. La mappa evidenzia come l'Italia riesca ad associarsi alla Germania, lasciando indietro altri paesi leader come la Francia e l'Inghilterra (paese di servizi e non certo industriale), per non parlare dell'intero est europeo.

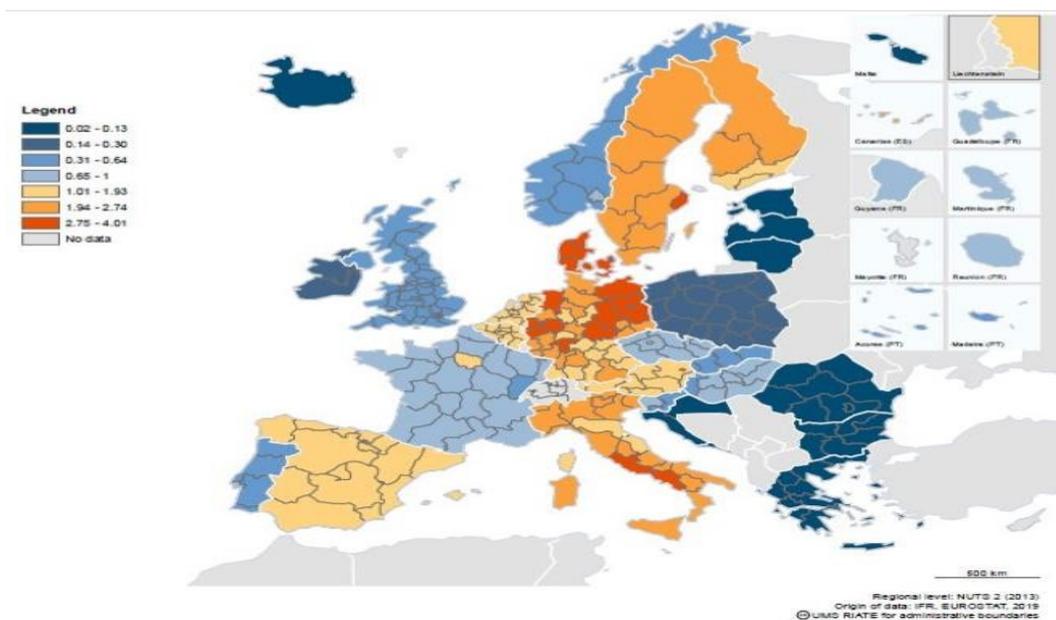


Figura 13 - Distribuzione territoriale del numero di Robot ogni 1000 abitanti

2.5.2. Impatti economici

[36] Alla luce di una stima del modello di crescita del Pil, con cui si voleva se la presenza di un certo numero di brevetti in tecnologie 4.0 applicative e di robot sul manifatturiero regionale desse luogo a una crescita maggiore, è risultato che sia la creazione di brevetti che l'adozione di robot 4.0 di ultima generazione generano vantaggi per la crescita regionale. Questo è il nuovo modo di fare innovazione nell'era 4.0.

Le aree specializzate in settori manifatturieri, in cui c'è anche le Marche, hanno gli stessi vantaggi delle altre aree anche più tecnologicamente avanzate. Perciò queste regioni non protagoniste nella trasformazione 4.0, nonostante non si collochino nelle aree di innovazione Island of innovation, riescono insieme alle altre regioni caratterizzate da una lunga tradizione di industrializzazione tradizionale a portare a casa lo stesso vantaggio.

Ma attenzione: i vantaggi esistono anche per le aree specializzate di industria tradizionale, cioè quelle definite come specializzati in settori che in qualche modo subiscono e non trainano questa tecnologia. Queste aree sanno cogliere le opportunità di crescita che la capacità brevettuale genera quando si analizza la natura combinatoria applicativa di queste tecnologie, cioè è possibile che con queste tecniche queste regioni

portino a casa il vantaggio tanto quanto le altre regioni, perciò non sono dei brutti anatroccoli da questo punto di vista poiché la capacità e creatività inventiva esistono anche in aree tecnologicamente non avanzate e generano un vantaggio di crescita anche in queste regioni.

Bisogna poi riuscire a cogliere il vantaggio che si presenta e saperlo alimentare, poiché è un vantaggio soggetto a soli rendimenti crescenti: dove si inventa di più l'impatto sul Pil è maggiore.

3. PIANO CALENDIA: STRUTTURA E RISULTATI

“L’Italia è un grande Paese industriale. Le nostre imprese manifatturiere rappresentano il motore della crescita e dello sviluppo economico, con la loro capacità di produrre ricchezza e occupazione, alimentare l’indotto e le attività dei servizi, contribuire alla stabilità finanziaria, economica e sociale. Creare un ambiente favorevole alle imprese risponde quindi a un preciso interesse pubblico. La politica industriale è tornata al centro dell’agenda di Governo e gli strumenti che abbiamo introdotto partono da una lettura della struttura dell’economia italiana, caratterizzata da un’imprenditoria diffusa, e tengono conto della nuova fase di globalizzazione e di cambiamenti tecnologici che stiamo attraversando. Il Piano Industria 4.0 è una grande occasione per tutte le aziende che vogliono cogliere le opportunità legate alla quarta rivoluzione industriale: il Piano prevede un insieme di misure organiche e complementari in grado di favorire gli investimenti per l’innovazione e per la competitività. Sono state potenziate e indirizzate in una logica 4.0 tutte le misure che si sono rivelate efficaci e, per rispondere pienamente alle esigenze emergenti, ne sono state previste di nuove. Saper cogliere questa sfida, però, non riguarda solo il Governo, ma riguarda soprattutto gli imprenditori. Per questo abbiamo voluto cambiare paradigma: abbiamo disegnato delle misure che ogni azienda può attivare in modo automatico senza ricorrere a bandi o sportelli e, soprattutto, senza vincoli dimensionali, settoriali o territoriali. Quello che il Governo propone, impegnando risorse importanti nei prossimi anni, è un vero patto di fiducia con il mondo delle imprese che vogliono crescere e innovare. Industria 4.0 investe tutti gli aspetti del ciclo di vita delle imprese che vogliono acquisire competitività, offrendo un supporto negli investimenti, nella digitalizzazione dei processi produttivi, nella valorizzazione della produttività dei lavoratori, nella formazione di competenze adeguate e nello sviluppo di nuovi prodotti e processi. Il successo del Piano Industria 4.0 dipenderà dall’ampiezza con cui ogni singolo imprenditore utilizzerà le misure messe a disposizione.” (Carlo Calenda, Ministro dello Sviluppo Economico 10 maggio 2016 – 1o giugno 2018, [29]).

[30] Il Governo ha quindi messo sul piatto per il solo 2017 incentivi fiscali orizzontali pari a 13,3 miliardi tali da agevolare l'implementazione della rivoluzione digitale nelle imprese italiane, a partire dalle Pmi. L'azione si attuerà attraverso incentivi quali il super-ammortamento e l'iper-ammortamento (al 250%) per alcuni macchinari e supporti digitali che rispondono ad alcune tecnologie individuate, e la rimodulazione del credito d'imposta, per le aziende che investiranno in tecnologia e digitalizzazione. Grazie ai suddetti incentivi l'esecutivo si aspetta di generare un incremento di 10 miliardi degli investimenti privati in macchinari e tecnologia portandoli da 80 a 90 miliardi.

3.1. Struttura

[31] Il Piano Calenda è definito da due linee guida fondamentali, ovvero gli investimenti innovativi, lo sviluppo delle competenze e due direttrici di accompagnamento, ovvero infrastrutture abilitanti e gli strumenti pubblici di supporto.

Piano nazionale Industria 4.0 2017-2020



Obiettivi

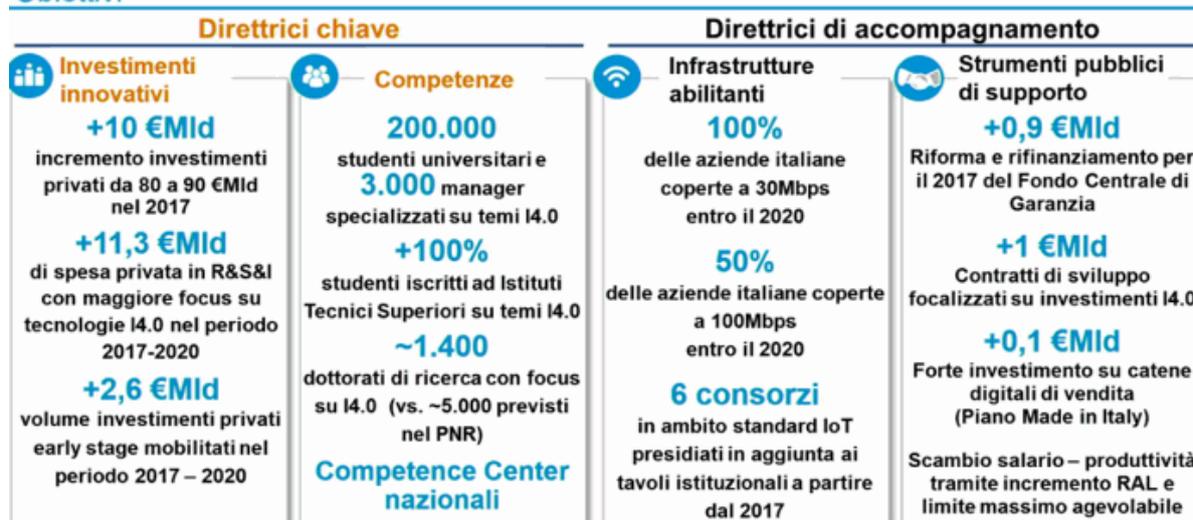


Figura 14 - Obiettivi del Piano Nazionale Industria 4.0

3.1.1. Investimenti innovativi

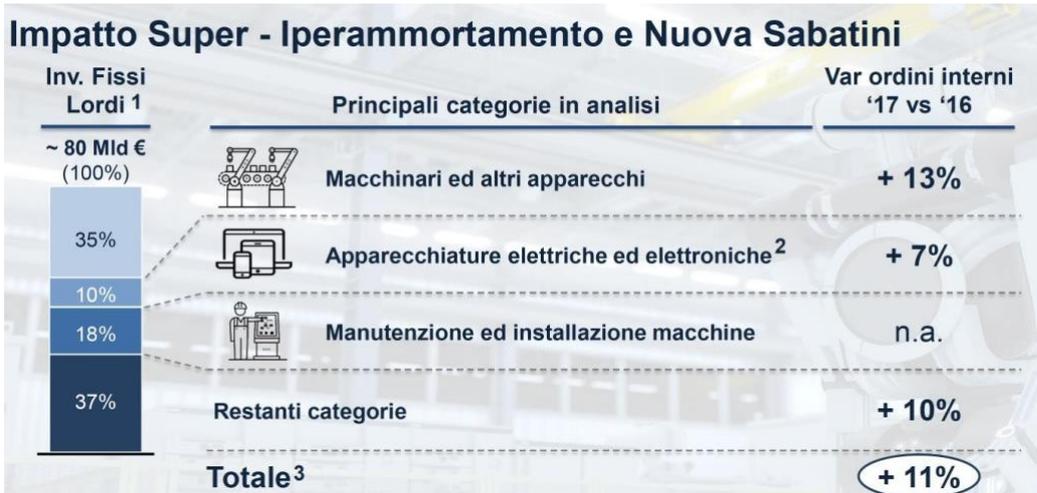
La prima direttrice mira ad innovare il parco tecnologia tramite diversi incentivi sugli investimenti.

L'obiettivo è introdurre quell'aspetto di digitalizzazione e di interconnessione, alla base del concetto di Industria 4.0, che è una delle cause di perdita di produttività nei confronti dei più grandi competitors europei e mondiali, in modo tale da ammodernare i processi produttivi.

Tale direttrice è caratterizzata, principalmente, da:

- Proroga del Super-ammortamento (130%);
- Introduzione dell'Iper-ammortamento (250%) sui beni strumentali;
- Introduzione della Nuova Sabatini per le Pmi;
- Potenziamento significativo del credito d'imposta alla R&S.

[32] L'impatto del Super e dell'Iper-ammortamento e della Nuova Sabatini ha portato a un volume di investimenti pari a 80 Miliardi di euro così ripartiti: 35% per investimenti in macchinari e in soluzioni per l'automazione, 10% per investimenti in apparecchiature elettriche ed elettroniche, 18% come manutenzione e installazione di macchine, 37% che comprende tutte le altre categorie di investimenti. Sono interessanti le dinamiche di sviluppo dei macchinari automatizzati che crescono del 13%, accompagnati da quello della componentistica elettronica, che cresce meno ma con una percentuale comunque molto significativa, anche se non a due cifre (7%).



1. Investimenti Fissi Lordi al netto di mezzi di trasporto;

2. Include codici ATECO 261 e 27;

3. Media ponderata al netto delle Riparazioni, manutenzioni e installazioni. Fonte: Elaborazioni MISE su dati ISTAT (gennaio – novembre 2017 vs. stesso periodo 2016)

3.1.2. Sviluppo delle competenze

[33] La seconda direttrice prevede di creare un contesto lavorativo, sia sotto il punto di vista sociale che organizzativo, idoneo a supportare la completa trasformazione digitale all'interno dei confini nazionali, attraverso lo sviluppo e l'aggiornamento del capitale umano. Questo nella chiara intenzione di condurre, con il forte supporto dei principali player nazionali, progetti innovativi e di sviluppo tecnologico e di supportare quindi la sperimentazione e la produzione di nuove tecnologie 4.0 nel tessuto delle PMI. Per tale motivo il Piano Nazionale prevede la diffusione di una cultura innovativa di stampo 4.0 lungo l'intero ciclo formativo: dalla scuola all'università, dagli istituti tecnici superiori ai corsi di dottorato.

Per quanto riguarda la formazione 4.0 il credito d'imposta viene così modulato:

- *Piccole imprese*: 50% fino a 300mila euro;
- *Medie imprese*: 40% fino a 250mila euro;
- *Grandi imprese*: 30% fino a 250mila euro.

3.2. Risultati

[32] Un primo bilancio dei risultati raggiunti dal Piano Industria 4.0 (oggi Piano Impresa 4.0) è stato presentato dal Ministro dello Sviluppo Economico Carlo Calenda, nel corso di un incontro avvenuto a febbraio 2018 presso il nuovo Hub dedicato alla creatività, all'innovazione e all'accelerazione d'impresa di Torino: il ministro ha evidenziato come il dato relativo alla crescita degli investimenti in innovazione sia aumentato dell'11%, un dato definito "storico" in quanto superiore a quello della Germania e di altre nazioni a forte vocazione innovativa in ambito manifatturiero e che dimostra come la rivoluzione di Industria 4.0 stia contribuendo a restituire competitività alle imprese del nostro Paese. L'obiettivo era quello di conquistare la fiducia delle imprese partendo dalla decisione, anch'essa storica, di stanziare una cifra di circa 30 miliardi di euro, costituiti dai 9,8 miliardi del 2018 che vanno aggiunti ai 20 miliardi del 2017.

3.2.1. Startup e importi finanziati alle Pmi

Il Piano Industria 4.0 ha favorito anche i fenomeni di open-innovation e in generale lo sviluppo di nuove imprese: nell'ambito degli strumenti pubblici di supporto, infatti, si è registrato un importante aumento degli importi finanziati alle PMI, grazie anche al supporto del Fondo di Garanzia. I dati mostrano come questo strumento abbia favorito l'accesso delle PMI alle fonti finanziarie grazie alla concessione di una garanzia pubblica e come nel 2017 il rifinanziamento del Fondo di Garanzia per circa 1 miliardo di euro abbia garantito finanziamenti alle PMI per 17,5 miliardi di euro.

3.2.2. Benefici occupazione

Un altro aspetto importantissimo riguarda i risvolti occupazionali che possono essere ben rappresentati nella lettura dei contratti di sviluppo: grazie a questo strumento si stima che sono stati creati o salvaguardati circa 58mila posti di lavoro. E' particolarmente interessante leggere la composizione percentuale dei settori che

hanno beneficiato di questi contratti: come prevedibile, la quota maggiore è quella dello sviluppo industriale, ma è molto importante vedere come una quota importante riguardi anche l'ambito della trasformazione dei prodotti agricoli, dove si sentono gli effetti di progetti di innovazione Smart Agrigood così come è importante anche l'ambito del turismo. In figura sottostante vengono graficati gli effetti dei contratti di sviluppo.

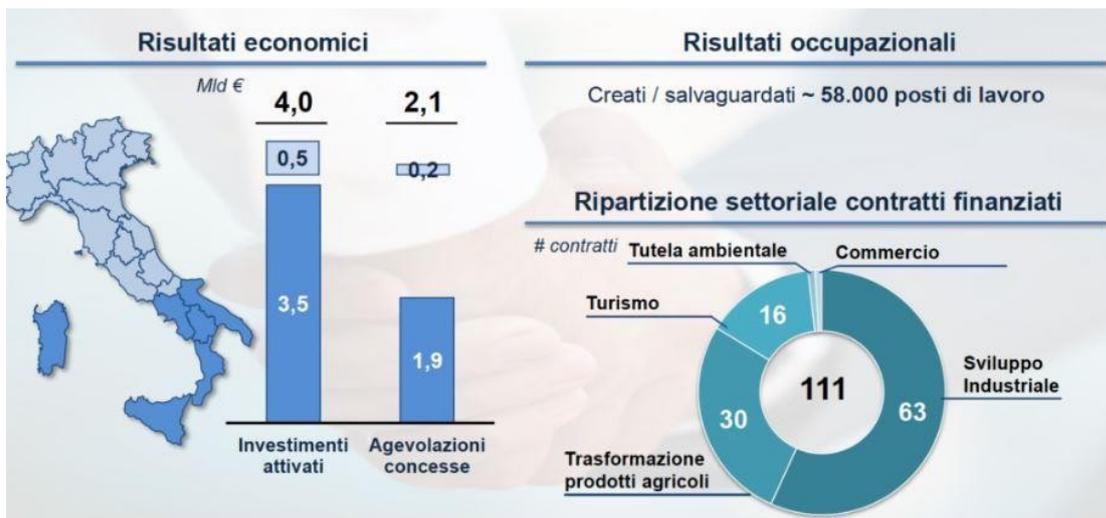


Figura 15 - Risultati economici e occupazionali del piano Industria 4.0

3.2.3. Esportazione

[34] Un altro dato estremamente importante riguarda gli effetti sull'esportazione, che torna a crescere con tassi che permettono alle nostre imprese di competere con maggior successo con la concorrenza di altre nazioni a forte vocazione manifatturiera: nel mercato dei macchinari ed apparecchiature per l'automazione in particolare l'Italia tra il 2016 e il 2017 ha guadagnato ben 8 punti percentuali con un netto vantaggio rispetto Germania e Francia, recuperando posizioni importanti rispetto alla concorrenza di tedeschi e francesi. I risultati sono incoraggianti anche nell'ambito delle apparecchiature elettriche ed elettroniche, dove le performance del nostro paese si stanno facendo sentire: anche qui tra il 2016 e il 2017 la dinamica di crescita supera i 7 punti percentuali, nonostante la crescita sia analoga a quella degli altri paesi.

3.3. Valutazione delle imprese

E' possibile notare gli effetti del piano sul mercato dei progetti italiani: il 63% (1 miliardo) è composto da progetti di connettività e acquisizione dell'Internet Of Things (28% in più rispetto al 2015), il 20% (330 milioni) dall'Industrial Analytics (23% in più rispetto al 2015), il 9% (150 milioni) dalla Cloud Manufacturing (25% in più rispetto al 2015), l'8% (120 milioni) dagli investimenti in Advanced Automation (non esisteva nel 2015) e l'1% (20 milioni) dall'Advanced Human Machine Interface (non esisteva nel 2015).

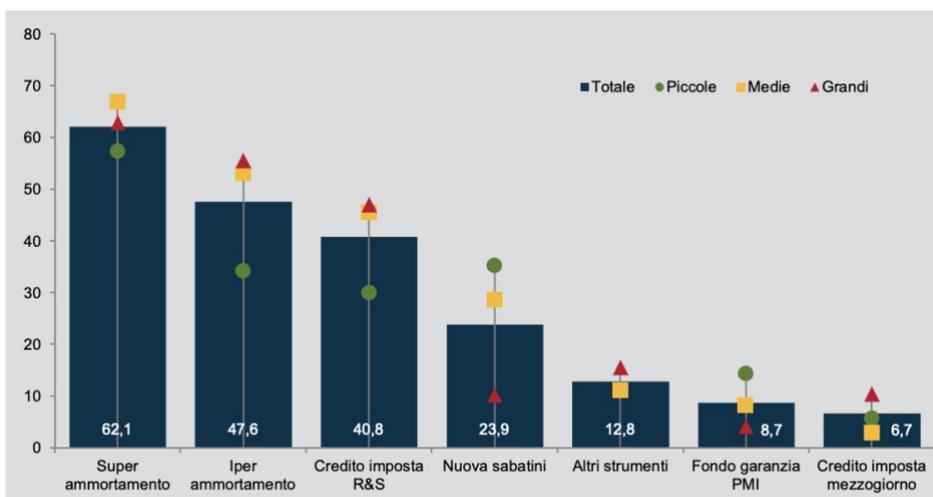
[35] Delle importanti indicazioni inoltre vengono raccolte dai risultati di una indagine qualitativa condotta su un campione rappresentativo delle imprese della manifattura: qual è la percezione del mondo imprenditoriale italiano per quanto riguarda l'efficacia di alcune delle misure presenti nel Piano Impresa 4.0 nello stimolare la domanda di investimento da parte delle imprese?

I dati, raccolti a novembre 2017, permettono di indagare riguardo due aspetti:

- 1) la rilevanza degli incentivi rispetto la decisione di investimento nel 2017;
- 2) gli orientamenti e il giudizio degli imprenditori riguardo possibili investimenti nel 2018 nelle tecnologie abilitanti oggetto del Piano Impresa 4.0.

3.3.1. La rilevanza degli incentivi nel giudizio degli imprenditori

Tra le principali misure introdotte, il super ammortamento ha svolto un ruolo "molto" o "abbastanza" rilevante nella decisione di investire per il 62,1% delle imprese manifatturiere, con valori compresi tra il 57,3% delle piccole e il 66,9% delle medie (Figura 16). Per quanto riguarda l'Iper-ammortamento, ovvero il provvedimento rivolto a stimolare maggiormente la digitalizzazione dei processi produttivi, la sua rilevanza sulle decisioni d'investimento per il 2017 è stata riconosciuta da un'ampia gamma di imprese (47,6%): oltre la metà delle unità di media (53,0%) e grande (57,6%) dimensione e da oltre un terzo (34,2%) delle imprese con meno di 50 addetti.

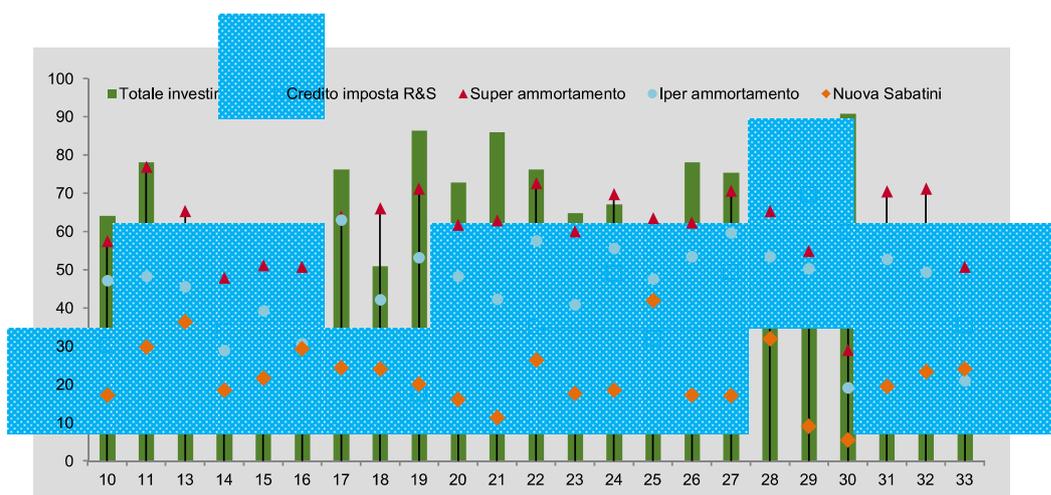


Fonte: Indagine sul clima di fiducia delle imprese (novembre 2017)
 (a) Percentuale di imprese che hanno dichiarato che gli incentivi sono stati "molto" o "abbastanza" rilevanti.

Figura 16 - Rilevanza degli incentivi sulla decisione di investimento per dimensione

Quasi altrettanto efficace, nello stimolare gli investimenti, è risultato il provvedimento che concedeva un credito d'imposta per le spese legate alla ricerca e sviluppo: un giudizio favorevole è stato espresso da oltre il 40% delle imprese manifatturiere, con picchi vicini al 50% nelle classi dimensionali più elevate.

Le agevolazioni finanziarie previste dalla "Nuova Sabatini", strumento introdotto per incentivare gli investimenti in beni strumentali di imprese di minore dimensione, sono state considerate di rilievo dal 35,2% delle piccole e dal 28,9% delle medie imprese. Dal punto di vista settoriale, inoltre, il super ammortamento ha riscosso favore in almeno la metà delle imprese di tutti i comparti, a eccezione di abbigliamento e altri mezzi di trasporto (Figura 17), mentre l'iper-ammortamento ha fornito un impulso relativamente maggiore per le unità attive nei comparti degli apparecchi elettrici (il 58,9% delle unità), di gomma e plastica (57,7%), della metallurgia (55,8%) dell'elettronica e nei macchinari (53,6% in entrambi i casi). Tra gli altri incentivi, è da segnalare ancora il credito di imposta per R&S, che è stato ritenuto efficace soprattutto dalle unità appartenenti ai settori degli autoveicoli (69,8%) e degli altri mezzi di trasporto (60,0%).



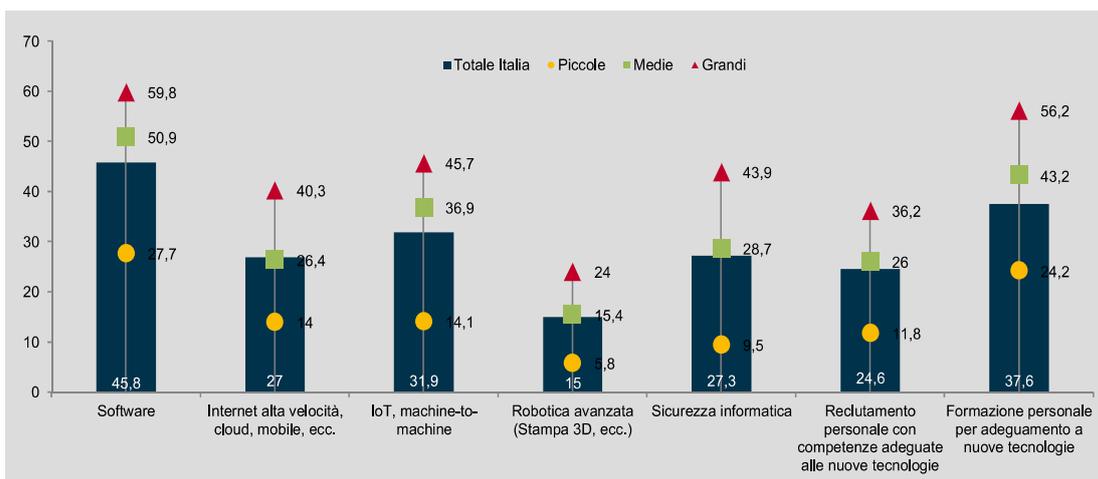
Fonte: Indagine sul clima di fiducia delle imprese (novembre 2017)

(a) Percentuale di imprese che hanno dichiarato che gli incentivi sono stati "molto" o "abbastanza" rilevanti.

Legenda: 10=Alimentari; 11=Bevande; 13=Tessile; 14=Abbigliamento; 15=Pelle; 16=Legno; 17=Carta; 18=Stampa; 19=Coke; 20=Chimica; 21=Farmaceutica; 22=Gomma e plastica; 23=Minerali non metalliferi; 24=Metallurgia; 25=Prodotti in metallo; 26=Elettronica; 27=Apparecchiature elettriche; 28=Macchinari; 29=Autoveicoli; 30=Altri mezzi di trasporto; 31=Mobili; 32=Altre manifatturiere; 33=Riparazione e manutenzione di macchinari e apparecchiature

Figura 17 - Rilevanza degli incentivi sulla decisione di investimento per settore

Con riferimento ai piani di investimento per il 2018, quasi il 46% delle imprese dichiara di prevedere investimenti in software, quasi un terzo (il 31,9%) in tecnologie di comunicazione machine-to-machine o Internet of Things, il 27% in connessione ad alta velocità (Cloud, mobile, big data ecc.) e in sicurezza informatica, in misura direttamente proporzionale alla dimensione d'impresa (Figura 18). In tale contesto è evidente come ci sia una particolare attenzione alle competenze del personale impiegato: un quarto delle imprese manifatturiere prevede di reclutare risorse dotate di conoscenze coerenti con l'avanzamento tecnologico, mentre il 38% intende investire nella formazione della forza lavoro già presente per adeguarne le competenze all'utilizzo delle nuove tecnologie. In termini settoriali, infine, la formazione del personale ad un adeguamento tecnologico appaiono più diffusi nei comparti manifatturieri a più elevata densità, appunto, tecnologica, quali l'elettronica e i mezzi di trasporto.



Fonte: Indagine sul clima di fiducia delle imprese (novembre 2017)

Figura 18 - Intento di investire nelle tecnologie abilitanti nel 2018

3.3.2. Le imprese aderenti

La totalità delle imprese beneficiarie nel 2015 è stato di 7.993, per un ammontare totale di credito d'imposta richiesto pari a circa 590 milioni di euro. In media quindi, la somma richiesta per ogni impresa beneficiaria è di poco inferiore ai 74.000 euro. Si tratta di un importo non trascurabile, sebbene il numero di beneficiari rappresenti solo lo 0,2% del totale delle imprese italiane.

La maggior parte delle unità produttive che hanno beneficiato del provvedimento ha una dimensione inferiore a 50 addetti (68,2%; Tabella 1). L'ammontare erogato appare, al contrario, distribuito relativamente più omogeneamente, con una quota del 23% circa che viene assorbita dalle imprese al di sotto dei 20 addetti e una del 23,7% per quelle

| CLASSI DIMENSIONALI | Numero imprese beneficiarie | Credito di imposta R&S 2015 (migliaia di Euro) | Quota di imprese beneficiarie su totale imprese beneficiarie (%) | Quota di credito di imposta su totale credito di imposta (%) |
|---------------------|-----------------------------|--|--|--|
| 0-9 addetti | 1,637 | 65,812 | 20,5 | 11,2 |
| 10-19 addetti | 1,562 | 70,223 | 19,5 | 11,9 |
| 20-49 addetti | 2,258 | 121,564 | 28,2 | 20,6 |
| 50-99 addetti | 1,306 | 88,472 | 16,3 | 15,0 |
| 100-250 addetti | 826 | 104,268 | 10,3 | 17,7 |
| 250 addetti e oltre | 404 | 139,877 | 5,1 | 23,7 |
| Totale | 7,993 | 590,216 | 100,0 | 100,0 |

Fonte: Elaborazioni su Frame-Sbs e dati di fonte fiscale

Tabella 1 - Distribuzione delle imprese beneficiarie del credito di imposta in R&S per classi dimensionali

Per quanto riguarda la distribuzione geografica dei benefici fiscali (Tabella 2), le imprese beneficiarie, a parità dell'ammontare del credito d'imposta erogato, si concentrano soprattutto nelle regioni nord-occidentali (rispettivamente il 53,2% delle imprese e il 54,5% dei finanziamenti); nel Mezzogiorno, al contrario, in entrambi i casi le quote

| RIPARTIZIONI GEOGRAFICHE | Numero imprese beneficiarie | Credito di imposta R&S 2015 (migliaia di Euro) | Quota di imprese beneficiarie su totale imprese beneficiarie (%) | Quota di credito di imposta su totale credito di imposta (%) |
|--------------------------|-----------------------------|--|--|--|
| Nord-Ovest | 4,254 | 321,602 | 53,2 | 54,5 |
| Nord-Est | 1,688 | 115,079 | 21,1 | 19,5 |
| Centro | 1,409 | 105,806 | 17,6 | 17,9 |
| Mezzogiorno | 642 | 47,728 | 8,0 | 8,1 |
| Totale | 7,993 | 590,216 | 100,0 | 100,0 |

Fonte: Elaborazioni su Frame-Sbs e dati di fonte fiscale

Tabella 2 - Distribuzione delle imprese beneficiarie del credito di imposta in R&S per ripartizioni geografiche

Le imprese beneficiarie operano prevalentemente nel comparto industriale (Tabella 3): l'industria in senso stretto include circa i due terzi sia delle imprese beneficiarie, sia dell'ammontare complessivo di credito erogato; nei servizi, si segnala una prevalenza di imprese del settore dell'informatica e delle telecomunicazioni (con una quota di credito d'imposta pari al 16% del totale erogato), e delle attività professionali e tecniche (con una quota dell'8,3%).

| ATTIVITÀ ECONOMICHE | Numero imprese beneficiarie | Credito di imposta R&S 2015 (migliaia di Euro) | Quota di imprese beneficiarie su totale imprese beneficiarie (%) | Quota di credito di imposta su totale credito di imposta (%) |
|---------------------------|-----------------------------|--|--|--|
| Industria (B; C; D; E) | 5,246 | 379,74 | 65,6 | 64,3 |
| Costruzioni (F) | 196 | 12,549 | 2,5 | 2,1 |
| Commercio (G) | 515 | 31,15 | 6,4 | 5,3 |
| Info/Telecom. (J) | 1,086 | 94,4 | 13,6 | 16,0 |
| Profess./Tecn. (M) | 633 | 49,222 | 7,9 | 8,3 |
| Altri Servizi (H; L; N-S) | 317 | 23,155 | 4,0 | 3,9 |
| Totale | 7,993 | 590,216 | 100,0 | 100,0 |

Fonte: Elaborazioni su Frame-Sbs e dati di fonte fiscale

Tabella 3 - Imprese beneficiarie del credito di imposta in R&S per macrosettori di attività economica

CONCLUSIONI

Attraverso lo sviluppo di tale lavoro, con il supporto del professor Giovanni Mazzuto e il professor Filippo Emanuele Ciarapica, è stato possibile sviluppare un questionario da indirizzare alle aziende, suddiviso in quattro sezioni:

- 1) Identificazione azienda: brevi domande finalizzate ad inquadrare l'azienda secondo collocazione geografica, settore di appartenenza e dimensione;
- 2) Conoscenza dei concetti Industria 4.0: finalizzato ad avere un quadro generale su quanto approfonditamente le aziende, suddivise secondo la sezione precedente, siano a conoscenza delle tecnologie 4.0 e quanto ritengano vantaggiosa il loro utilizzo all'interno del panorama imprenditoriale di cui fanno parte;
- 3) Implementazione ed incentivi: in modo da effettuare un'indagine sulle possibilità delle aziende di utilizzare le tecnologie 4.0, quali siano le principali difficoltà riscontrabili e da quali fattori dipenda la decisione di implementare o meno tali tecnologie.
- 4) Cooperazione: per valutare la propensione di effettuare collaborazioni interaziendali e quanto le tecnologie 4.0 possano essere utili in tale direzione.

Il questionario mira ad analizzare come e in che misura il concetto di Industria 4.0 si stia evolvendo all'interno del panorama industriale italiano e come le imprese abbiano accolto tale rivoluzione: sono state prese in esame quanto accuratamente le imprese siano informate a riguardo e quali siano le principali difficoltà e i principali riscontri, positivi e negativi, che un'impresa può rilevare nell'implementazione e l'utilizzo di queste nuove tecnologie.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- [1] <http://www.industria40.it/>
- [2] Devezas T., Leitao J., Sarygulov A., *“Industry 4.0: Entrepreneurship and structural change in the new digital landscape”*, Springer, 2017.
- [3] Associazione Aristide Merloni, *Lezione Economia Marche: Industria 4.0*, 2021.
- [4] <https://www.focus.it/tecnologia/digital-life/la-scienza-in-realta-virtuale>
- [5] Mani M., Lyons K.W., Gupta S.K., *“Sustainability characterisation for additive manufacturing”*, Journal of research of the National Institute of Standards and Technology, 2014.
- [6] Gabrielli F., Ippolito R., Micari F., *“Analisi e tecnologia delle lavorazioni Meccaniche”*, McGraw-Hill Education, 2012.
- [7] <https://www.focus.it/tecnologia/digital-life/la-scienza-in-realta-virtuale>
- [8] Azuma R.T., *“Survey of augmented reality”*, 1997.
- [9] Jeffri N.F.S., Awang Rambli D.R. *“A review of augmented reality systems and their effects on mental workload and task performance”*, Helyon, 2021.
- [10] Cavalieri S., *“An ict platform for the vertical and horizontal integration of information in large utilities plants”*, 2005.
- [11] Tumino A., *“Mercato IoT: quanto vale l'Internet of Things in Italia”*, 2019.
- [12] Atzori L., Iera A., Morabito G., *“The Internet of Things: A survey”*, 2010.
- [13] Arlotti L., *“Studio di Fattibilità Tecnico Economico per l'Automazione di un reparto presse tramite l'applicazione di Cobot”*, Università degli studi di Bologna, 2018.
- [14] <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/industry-40-e-cybersecurity-perche-non-possiamo-permetterci-di-considerarle-separate>

- [15] Pawar M., "Big Data Applications in Healthcare likely to Propel Market to US\$48.3", 2015.
- [16] Al-Ahmari A.M., Alkhalefah H., Mabkhot M.M., Salah B., "Requirements of the smart factory system: a survey and perspective", Machines, 2018.
- [17] Li D., Wan J., Wang S., Zhang C., "Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook", 2016.
- [18] <https://www.axpo.com/>
- [19] Anderl R., Bulut S., "Framework approach for smart service development", 2021.
- [20] <https://www.fabbricafuturo.it/>
- [21] Müller J.M., Veile J.W., Voigt K., "Prerequisites and incentives for digital information sharing in Industry 4.0 – An international comparison across data types", Computers & Industrial Engineering , 2020.
- [22] Flynn B., Fugate B., Pagell M., "Survey research design in supply chain management: The need for evolution in our expectations", Journal of Supply Chain Management", 2018.
- [23] Najafi-Tavania S., Najafi-Tavani Z., Naudé P., Oghazi P., Zeynaloo E., "How collaborative innovation networks affect new product performance: Product innovation capability, process innovation capability, and absorptive capacity", Industrial Marketing Management, Elsevier, 2018.
- [24] Caputo A., Cucchiella F., Fratocchi L., Pelagagge P., Scacchia F., "A methodological framework for innovation transfer to SMEs", 2002.
- [25] Anh N. T. M., Hui L., Khoa V. D., Mehmood S., "Relational capital and supply chain collaboration for radical and incremental innovation", Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics, 2019.
- [26] Nahapiet J., Ghoshal S., "Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage", Academy of Management Review, 1998.
- [27] <https://www.industry4business.it/industria-4-0>
- [28] <https://www.extrasys.it/it/redblog>

[29] Calenda C., *“Piano Nazionale Industria 4.0”*, 2016.

[30] <https://www.confindustria.it/>

[31] https://blog.osservatori.net/it_it/piano-impresa-4-0-principi-iniziative

[32] Bellini M., *“Piano Calenda Industria 4.0 e Impresa 4.0: investimenti a +11”*, 2018.

[33] <https://www.pmi.it/tag/industria-4-0>

[34] <https://www.techeconomy2030.it/>

[35] <https://www.istat.it/>

[36] Capello R., *“The territorial trends of 4.0 technological transformation”*, Espon, Politecnico di Milano, 2021.

RINGRAZIAMENTI

A conclusione di questo elaborato desidero menzionare e ringraziare il prof. Filippo Emanuele Ciarapica e il prof. Giovanni Mazzuto, rispettivamente relatore e correlatore del lavoro, per avermi guidato sia durante l'attività di tirocinio che durante la stesura di questa tesi, mostrando in ogni occasione costante disponibilità e professionalità.

Ancona, Ottobre 2021

Amir Gamah Drid