

REGIONE
TOSCANA



TOSCANA
TECHNO
LOGICA

Assessorato Attività produttive

**Industria 4.0:
il sistema manifatturiero regionale verso l'economia digitale**

DOCUMENTO DI LAVORO

marzo 2016

Il presente *documento di lavoro*, predisposto dalla **Direzione Attività produttive**, costituisce una rassegna di pubblicazioni e studi sul tema Industria 4.0. i cui estratti sono in parte riportati nel testo.

La base anche testuale del documento è costituita dallo studio dell'Irpet, ***Analisi degli ambiti prioritari di domanda e offerta di tecnologie per la Fabbrica Intelligente***, (2016) che analizza il posizionamento e il grado di maturità del sistema manifatturiero regionale verso Strategia Industria 4.0.

I principali studi e pubblicazioni ripresi nel documento:

- AA.VV., *Sindacato Futuro in Industry 4.0*, (2016)
- Fraunhofer Italia, *La fabbrica intelligente. Smart factory of the future. La digitalizzazione nella produzione*, (2015)
- Politecnico di Milano, *Lo smart manufacturing: tecnologie, dominio applicativo e benefici nel futuro della manifattura*, (2015)
- Roland Berger, *Industry 4.0. The new industrial revolution. How Europe will succeed*, (2014), [traduzione in IT a cura Regione Toscana]
- Torino Nord Ovest, *Factory of the future. Tecnologia, competenze e fattore umano nella fabbrica digitale*, (2014)

Documenti di riferimento

- Acatech - Forschung Union, *Securing the future of German manufacturing industry. Final report. Recommendations for the implementing strategic initiative industrie*, (2013)
- Acathec, *New automobility. The future world of automated road traffic*, (2015)
- Aica-Prometeia-Intesa SanPaolo-NetConsulting, *Il rilancio delle imprese manifatturiere italiane e le nuove tecnologie digitali. Primi risultati*, (2014)
- Anie Automazione, Osservatorio dell'industria italiana dell'automazione, (2015)
- Anie Automazione-Messe Frankfurt, *Mappatura delle competenze meccatroniche in Italia*, (2014)
- BPI France – Kohler C&C, *Industrie 4.0: quelle strategie numerique ? La numerisation de l'industrie dans les entreprises du Mittelstad allemand*, (2015)
- Cluster tecnologico nazionale "Fabbrica Intelligente", *Road map per la ricerca e l'innovazione*, (2015)
- Commissione europea, *Factories of the future, Multi-annual road map for the contractual PPP under Horizont 2020*, (2013)
- Confartigianato Imprese-PWC, *Digital Manufacturing. Cogliere l'opportunità del rinascimento digitale*, (2015)
- Confindustria Servizi Innovativi e tecnologici, *Fabbrica 4.0. La rivoluzione della manifattura digitale*, (2015)
- Deloitte, *Industriy 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponentials technologies*, (2015)
- Kurt Salomon, *L'Industrie 4.0: la 4^{eme} revolution industrielle sauvera-t-elle l'industrie francaise ?*, (2015)
- Make in Italy, *1° rapporto sull'impatto delle tecnologie digitali nel sistema manifatturiero italiano*, (2015)
- P.C.Evans, M. Annunziata, *Industrial Internet. Pushing the boundaries of the minds and machines, Imagination at work*, 26, (2012)
- President United States, *National network for manufacturing innovation program. Strategic plan*, 2016
- Regione Toscana, *Strategia regionale per la smart specialisation*, 2014
- Roland Berger, *Du rattrapage a la transformation. L'aventure numerique une chance pour la France*, (2014)
- Staufen Italia srl, *Industria 4.0. Sulla strada della fabbrica del future. Qual è la situazione dell'Italia ?*, (2015)
- Ubs, *Extreme automation and connectivity: the global, regional and investment implication of the fourth industrial revolution*, white paper for World Economic Forum, (2016)
- World Economic Forum/Accenture, *Digital transformation of industries*, (2016)

1. Premessa

La delibera della G.R. n.954 del 6.10.2015 ha avviato un **processo di revisione delle politiche regionali** a favore delle PMI, **ed in particolare la componente connessa agli strumenti di ingegneria finanziaria, per i quali è prevista la modifica della funzione – e quindi le finalità e le modalità operative: da sostegno all'accesso al credito a supporto per investimenti strettamente finalizzati ad incrementare la competitività del sistema produttivo nel quadro di una strategia regionale di crescita e sviluppo.**

In tale contesto, il Presidente nella seduta della Giunta del 30 novembre 2015 ha dato mandato all'Assessorato alle attività produttive di aprire un confronto con le associazioni di categoria per *individuare una linea di intervento afferente all'asse III del POR del FESR che risponda agli orientamenti precedentemente definiti: l'obiettivo era quella di identificare un'intesa in tempo utile per la riprogrammazione del POR FESR 2014-2020 da presentare alla Commissione europea.*

Il Consiglio regionale nella seduta del 1° dicembre 2015 ha approvato la mozione n.135, la quale nel condividere l'impostazione della Giunta in merito al tema dell'accesso al credito invita la Giunta a valutare l'opportunità di **garantire la continuità operativa dei Fondi rotativi attraverso una allocazione parziale delle risorse del POR a ciò destinati, ma con una caratterizzazione maggiormente selettiva, quindi collegata a interventi di carattere strategico territoriale e/o produttivo o di filiera, e sganciati dalla logica stringente dell'accesso al credito.**

La Giunta Regionale – dopo un confronto con le categorie economiche - ha deciso di ripristinare una quota di circa 30 Meuro per i c.d. fondi rotativi da utilizzare secondo **modalità selettive** altre dalle attuali, cioè a sostegno di **investimenti produttivi specifici e definiti**, e non con procedure a sportello, ma **con procedure valutative rispetto ai contenuti del piano di investimento.**

La Giunta Regionale, con decisione n.5 del 15.12.2015, ha approvato la modifica all'impianto programmatico del POR FESR 2014-2020, prevedendo l'attivazione di una nuova linea (3.1.1) per un valore di circa 27,5 Meuro (al netto della premialità) da destinare al **sostegno in forma di finanziamenti agevolati (fondo rotativo) di aiuti per investimenti produttivi per progetti strategici (territoriali, settoriali, di filiera).**

L'Accordo di partenariato prevede che gli strumenti di ingegneria finanziaria della linea in questione operino in coerenza con le Strategie regionali sulla Smart specialization,

La proposta di utilizzazione delle risorse per l'attivazione delle risorse in questione, in forma di fondo rotativo prevede di orientare gli interventi regionale in una ottica di sostegno ad **investimenti qualificati da parte di PMI finalizzati ad incrementare la produttività mediante l'utilizzazione ed applicazione di tecnologie digitali** (smart manufacturing) nell'ambito della strategia denominata **INDUSTRIA 4.0.**

1. Fabbrica intelligente (*smart facturing*).

Il termine "Fabbrica intelligente" per quanto ampiamente utilizzato ancora non riconduce ad una definizione coerente e definitiva. E' un concetto presente e sviluppato del dibattito con

diverse declinazioni: ci si riferisce a fabbrica intelligente come tecnologia¹, come approccio², o come paradigma³.

1.1. Smart Factory o fabbrica del futuro

Una prima visione di Fabbrica del Futuro è emersa durante l'iniziativa di collaborazione "Smart Factory KL Technology Initiative" svoltasi a Kaiserslautern, in Germania nel 2005⁴, fra partner accademici (Centro di ricerca tedesco per l'intelligenza artificiale DFKI) e industriali (Siemens, Bosch, BASF e Endress - Hauser tra gli altri). Nell'ambito di questa iniziativa il Prof. Detlef Zuehlke, ha sostenuto il **ruolo fondamentale dei paradigmi di fabbricazione convenzionali, ovvero le lean technologies, che, con l'aiuto delle nuove tecnologie intelligenti, porteranno la produzione manifatturiera a livelli più alti.**

Lo stesso Zuehlke, definisce i prerequisiti e le funzionalità che secondo la sua visione dovrebbe possedere una Smart Factory, suggerendo **l'applicazione di una struttura modulare rispetto sia alla tecnologia del prodotto/processo sia all'organizzazione, come soluzione per raggiungere tale obiettivo.** Dal lavoro proposto si evince, a supporto del processo di concettualizzazione del tema, la seguente definizione:

"Una Smart Factory è una soluzione per il manufacturing che fornisce processi produttivi flessibili e adattivi, che permettono di risolvere problemi derivanti da un impianto di produzione dinamico e in rapida evoluzione, dovuto alle condizioni al contorno in un mondo caratterizzato da una crescente complessità. Questa soluzione speciale potrebbe da un lato essere rappresentata dall'automazione, intesa come combinazione di software, hardware e/o meccanica, che dovrebbe portare all'ottimizzazione della produzione con conseguente riduzione del lavoro e spreco di risorse inutili. D'altra parte, potrebbe essere vista in un'ottica di collaborazione tra i diversi partner industriali e non, affinché si formi un'organizzazione dinamica"⁵.

Con il termine *Smart Factory* si fa riferimento però anche a un'azienda che, rispondendo a specifiche esigenze interne (di miglioramento, efficienza, integrazione, ...) adatta e modella i propri processi grazie all'impiego delle *Key Enabling Technologies* (KET). Tali tecnologie, tra le quali rientrano sistemi RFID, *Internet of Things*, *Ubiquitous Computing*, stampa 3D, accelerano il processo di innovazione interna grazie a una maggiore visibilità su dati di processo raccolti e gestiti in tempo reale.

¹ C. N. Madu, C.-H. Kuei, J. Aheto, and D. Winokur, Integrating total quality management in the adoption of new technologies, *Benchmarking for Quality Management & Technology*, vol.1, no. 3, MCB UP Ltd, pp.52–66, 1994.

² D. Zuehlke, SmartFactory, Towards a factory-of-things, *Annual Reviews in Control*, vol.34, no. 1, Elsevier, pp.129–138, 2010- D. Lucke, C. Constantinescu, and E. Westkämper, Smart factory-a step towards the next generation of manufacturing, in *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier*, Springer, 2008, pp.115–118.

³ J.-S. Yoon, S.-J. Shin, and S.-H. Suh, A conceptual framework for the ubiquitous factory, *International Journal of Production Research*, vol.50, no. 8, Taylor & Francis, pp.2174–2189, 2012. Tra i molti termini usati i più ricorrenti sono: Smart Factory, Factories of the Future o Fabbrica del futuro, Digital Factory, Virtual Factory, Digital Manufacturing, oppure, con una confluenza anche di carattere politico e comunicativo, Industry 4.0 (Industria 4.0). Ulteriori accezioni del termine sono: Ubiquitous Factory, Globalized Factory, Factory-of-things, Real-time Factory, Manufacturing 4.0, Rinascimento industriale, Next Practice dell'Innovazione in azienda, Efficient and Sustainable Manufacturing, Digital Transformation

⁴ D. Zuehlke, SmartFactory—towards a factory-of-things, *Annual Reviews in Control*, vol.34, no. 1, Elsevier, pp.129–138, 2010- D. Lucke, C. Constantinescu, and E. Westkämper, Smart factory-a step towards the next generation of manufacturing, in *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier*, Springer, 2008, pp.115–118.

⁵ Agnieszka Radziwon, Arne Bilberg, Marcel Bogers, Erik Skov Madsen, "The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions", 24th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 2013, *Procedia Engineering* 69 (2014) 1184 – 1190

1.2. Factories of the Future

*Factories of the Future Public-Private Partnerships (PPPs)*⁶, è il nome dato nel 2009 dal programma dell'UE come parte del piano di ripresa economica dell'Europa.

La tabella di marcia delle **Factories of the Future** segue gli stadi evolutivi di **Smart Factory**, **Digital Factory** e **Virtual Factory** il cui ingrediente principale è **il ruolo giocato dall'ICT nel settore manifatturiero**. Le tecnologie che rendono la *Factory* una *Smart Factory* integrano i calcoli e le interazioni con il mondo reale basandosi generalmente su sistemi mecatronici (sensori e attuatori) integrati e real-time ma trattano *solamente* i dati locali senza alcun rapporto con il comportamento globale del sistema.

Lo scopo delle *Factory of the Future* è quello di estendere l'integrazione verticale delle applicazioni intelligenti in tutto il processo di produzione consentendo non solo l'ottimizzazione locale dell'officina, ma collegando le informazioni ai processi di livello superiore per un'ottimizzazione globale, generando così una integrazione orizzontale.

1.2.1. Digital Factory: “First time right: made in Europe”⁷

Digital Factory (Fabbrica Digitale) è un'iniziativa che fa parte della “Digital Agenda For Europe” che a sua volta costituisce uno dei sette pilastri della strategia “Europe 2020”. L'agenda digitale propone di sfruttare al meglio le potenzialità di Information and Communication Technologies (ICT) al fine di promuovere l'innovazione, la crescita economica e il progresso.

La Digital Factory mira a svolgere le prime fasi di produzione e sviluppo di prodotti attraverso un insieme di strumenti di simulazione/progettazione digitale che consentono di svolgere prototipazione e test dei prodotti in ambienti software riducendo la necessità di modelli fisici e portando al lancio di nuovi prodotti in tempi rapidi. Tali tecnologie infatti stimolano la creatività e riducono il tempo che intercorre tra la progettazione e la produzione industriale, in risposta alle richieste dei mercati globali di una maggiore varianza dei prodotti e di cicli di innovazione più brevi.

1.2.2. Virtual Factory: “Managerial control in manufacturing through the Cloud”⁸

Virtual Factory (Fabbrica Virtuale) è parte dell'iniziativa delle *Factories of the Future*, utilizza piattaforme informatiche virtuali (architettura di sistema, hardware, e software necessario), per intraprendere una serie di attività correlate da uno scopo comune. Gli scopi dei progetti di piattaforme informatiche sono generalmente: web manufacturing, progettazione collaborativa, gestione della conoscenza, configurazione della supply chain; creazione di fabbriche virtuali a partire da più fabbriche indipendenti.

La piena applicazione dei concetti della Virtual Factory porta ad un business completamente virtuale e prevede il controllo della produzione attraverso la rete, mediante processi di business virtuali e dati di processo resi disponibili tramite servizi di rete o apps di web manufacturing. Il concetto di web manufacturing è legato allo sviluppo di soluzioni di Internet of Things e di machine to machine (M2M) communication, finalizzate ad integrare completamente produzione, supply chain, logistica in tempo reale.

1.2.3. Smart Manufacturing: “Factories from Computers”⁹

⁶ Commissione Europea: <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/imagine-fof2020-factories-future-towards-horizon-2020-report-and-presentation-session-smart>

⁷ Commissione Europea: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/digital-factory>

⁸ Commissione Europea, <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/virtual-factory>

⁹ Commissione Europea, <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-manufacturing>

Il concetto proposto dall'UE punta su nuovi sensori, sistemi di servizio e metodologie di controllo da aggiungere ai macchinari esistenti per migliorarne le prestazioni e estenderne la vita utile. Esso prevede inoltre che l'automazione della produzione si evolva in interoperabilità tra entità intelligenti: le macchine di produzione diventano in grado di adattarsi e reagire in modo flessibile a qualsiasi tipo di ingresso digitale generato da un evento.

Le industrie manifatturiere di oggi sono concentrate in un numero limitato di regioni Europee e organizzate in catene del valore. Investimenti in piattaforme comuni e strumenti per la collaborazione a distanza devono essere parte di una strategia a lungo termine, per creare le economie di scala di cui l'Europa ha bisogno per rimanere competitiva. Le regioni meno sviluppate, infatti, hanno avuto poche opportunità di sviluppo a causa delle distanze geografiche dai punti a concentrazione industriale maggiore. La tecnologia ICT invece permette la creazione di catene di valore 'virtuali' indipendenti dalla posizione ad un costo inferiore.¹⁰

1.3. Ubiquitous Factory (U-Factory)

Nel paradigma della Fabbrica Intelligente si incrocia il concetto di **tecnologia informatica "ubiquitous"** (ovvero onnipresente) **nel settore manifatturiero**,¹¹ sviluppato all'interno di un **quadro concettuale basato su design di prodotto, produzione e riciclaggio**, definendo una tecnologia chiamata **"Ubiquitous Computing"**. Paradigmi di produzione convenzionali, come ad esempio la *lean production*, non sono ritenuti sufficienti per risolvere i maggiori problemi legati al *manufacturing* contemporaneo, come l'inesattezza nella previsione della domanda o la difficoltà di controllo della produzione. Le caratteristiche principali della *U-Factory* (come sinonimo di Smart Factory) sono: la trasparenza delle informazioni, il controllo autonomo, nonché la produzione sostenibile.

I mezzi principali per attuare questa visione sono: la compatibilità con dispositivi RFID, e la tecnologia Ubiquitous Sensor Network o Real Time Location System (RTLS).

Dunque l'U-Factory è **"una fabbrica innovativa che utilizza la combinazione delle ubiquitous computing technology come volano per risolvere problemi in officina con i componenti del sistema"**: sarà perciò necessario sviluppare "tecnologie hardware e software e combinarle". Pertanto, l'U-Factory è definito come **"la fabbrica in cui la produzione è autonoma e sostenibile, che lavora attraverso la raccolta, lo scambio e l'utilizzo di informazioni in modo trasparente, con l'interazione in rete tra uomo, macchine, materiali e sistemi, in qualsiasi luogo e in qualsiasi momento"**.

1.4. Glocalized Factory

Nello sviluppo del concetto di Smart Factory è stata delineata una configurazione della supply chain decentrata,¹² in cui invece di avere poche fabbriche centralizzate inserite in una catena di fornitura globale, si sfrutti la componente locale. I fornitori locali, infatti, secondo gli autori, sarebbero in grado di coprire completamente la propria area di mercato se si focalizzassero su una serie di servizi intelligenti riconfigurabili divenendo delle "reconfigurable smart factories".

L'approccio Glocalized Factory, può essere applicato da grandi aziende internazionali, che hanno molti fornitori in diverse parti del globo. In questa visione, le fabbriche intelligenti chain sono rappresentabili come strutture autosufficienti, che si approvvigionano per le materie prime da fornitori locali. I partner locali potrebbero dei vantaggi in termini di diminuzione del lead time, riduzione delle scorte e allo stesso

¹⁰ Commissione Europea <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-manufacturing>

¹¹ J.-S. Yoon, S.-J. Shin, and S.-H. Suh, A conceptual framework for the ubiquitous factory, International Journal of Production Research, vol.50, no. 8, Taylor & Francis, pp.2174–2189, 2012, in seguito all'idea di Weiser (1991)

¹² R. Hadar and A. Bilberg, Glocalized Manufacturing - Local Supply Chains on a Global Scale and Changeable Technologies, Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2012, (2012).

tempo di possibilità di customizzazione e tempestività di risposta alle richieste di mercato, e infine ad una crescita di reattività complessiva della filiera dovuta alla prossimità sia dei fornitori sia dei clienti.

*“L’espressione **smart manufacturing** esprime una visione del futuro della manifattura secondo cui, grazie alle tecnologie digitali, le imprese manifatturiere aumenteranno la propria competitività ed efficienza tramite l’interconnessione e la cooperazione delle loro risorse (asset fisici, persone, informazioni), siano esse interne alla Fabbrica sia distribuite lungo la Value Chain”¹³*

3. La strategia Industria 4.0.

L’espressione "**Industrie 4.0**", utilizzata ufficialmente per la prima volta nel **2011**, alla Fiera di Hannover, richiama la cosiddetta **quarta rivoluzione industriale**,¹⁴ ed è stata una iniziativa di **politica industriale nazionale**, assunta dal governo tedesco nel 2011 come uno dei dieci progetti per il futuro (Zukunftsprojekte), nel *Piano di Azione della High-Tech Strategie* della Germania.

La **definizione** del concetto di "**Industrie 4.0**" è contenuta nelle Raccomandazioni al governo federale tedesco del gruppo di lavoro Industrie 4.0 dell'*Accademia nazionale tedesca per la scienza e l'ingegneria*:

***Industria 4.0** significa essenzialmente l'integrazione tecnica del CPS (cyber-physical system)¹⁵ nella produzione e nella logistica, così come l'applicazione di Internet delle Cose e dei Servizi nei processi industriali – incluse le conseguenze che ne derivano per la creazione di valore, i modelli di business e, a valle, per la fornitura di servizi e l'organizzazione del lavoro¹⁶.*

Tale strategia tedesca di politica industriale, Industrie 4.0 è una **strategia duale**, che mira a promuovere

- l'industria manifatturiera tedesca come **fornitrice di tecnologia**, con un ruolo di leader nello sviluppo, nella produzione e nella commercializzazione **mondiale** delle soluzioni tecnologiche di Industria 4.0 (*Leading Supplier Strategy*);

¹³ Osservatori.net Digital Innovation, Lo Smart manufacturing: tecnologie, dominio applicativo e benefici della manifattura, Politecnico di Milano, 2015

¹⁴ L'approccio "Industrie 4.0" nasce dall'identificazione di quattro rivoluzioni che hanno caratterizzato la storia industriale: la prima riguarda l'utilizzo dell'energia di acqua e vapore con l'invenzione del motore a vapore. La seconda rivoluzione industriale si ha con l'invenzione dell'elettricità, le forme di organizzazione industriale e la divisione del lavoro. Queste due prime rivoluzioni industriali sono avvenute in seguito alla scoperta di una forma innovativa di energia da sfruttare, invece la terza e quarta rivoluzione industriale si riferiscono all'impiego delle tecnologie della comunicazione (ICT). Mentre la terza rivoluzione industriale si è servita dell'ICT all'interno dei sistemi produttivi per il controllo automatico di macchinari di produzione, **la quarta rivoluzione industriale porta la tecnologia ad un nuovo livello qualitativo, che si caratterizza per l'impiego di Cyber-physical Systems (CPS).**

¹⁵ I **CPS** sono sistemi informatici intelligenti in grado di interagire in modo continuo con il sistema fisico in cui operano, di solito includono rilevamento, elaborazione delle informazioni e funzioni di azionamento. Sono reti interagenti co-ingegnerizzate di componenti fisici e computazionali e sono integrati nelle reti di comunicazione secondo il paradigma Internet of Things (IoT).

¹⁶H. Kagermann et alii, *Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*, 2013, p. 18). Una ricognizione delle diverse definizioni di "Industria 4.0" in Benno Baltes, *Digitaler Umbruch durch die Industrie 4.0. Grundlagen, Konzepte und deren Auswirkungen. Praxisbeispiele für den technologischen Stand*, 2014, pp. 16 e sg.

- dal punto di vista del **mercato domestico tedesco** (*Leading Market Strategy*) una più stretta cooperazione tra imprese, allo scopo di creare un sistema di produzione integrato e di agevolare il trasferimento tecnologico dalle grandi alle piccole e medie imprese, ancora impreparate al mutamento di struttura che Industria 4.0 comporta;¹⁷

e si fonda su tre elementi fondamentali:

1. **l'integrazione orizzontale (tra imprese):** reti del valore interaziendali;
2. **l'integrazione digitale end-to-end** durante il processo di ingegnerizzazione: il mondo digitale e il mondo reale sono integrati su tutta la catena del valore di un prodotto, anche tra aziende diverse e incorporando allo stesso tempo le esigenze dei clienti;
3. lo sviluppo e la realizzazione di **sistemi di produzione flessibili e riconfigurabili** e la loro **integrazione verticale (all'interno di una fabbrica)**.¹⁸

3.1.

Nella Strategia Industria 4.0

- **il ruolo della tecnologia ICT si amplia** rendendo possibile la creazione di una copia virtuale del mondo fisico in cui, attraverso Internet, i sistemi informatici comunicano e collaborano con gli esseri umani in tempo reale, anche da remoto;
- si ha **il collegamento in rete in tempo reale di esseri umani, macchine ed oggetti per la gestione intelligente** ¹⁹
- le tecnologie IT si fondono con le tecnologie di produzione; oggetti intelligenti (secondo il paradigma cyber-physical system) comunicano attraverso Internet;
- si ha una connessione orizzontale del processo produttivo con un cambio di paradigma dalla "produzione centralizzata" verso una "produzione decentralizzata": in tal modo e la piramide dell'automazione viene capovolta, i macchinati non processeranno più semplicemente il prodotto, ma il prodotto comunicherà con la macchina per dirle cosa fare esattamente. **Il prodotto controlla il processo di fabbricazione.**

Il modello tedesco non è l'unico che si appropria alla realizzazione del paradigma della fabbrica intelligente, "anche se si può considerare il più strutturato e preso a riferimento (...) in ragione del notevole anticipo con cui le autorità pubbliche si sono mosse e della forte sinergia avviata con i leader privati": ²⁰un importante sviluppo di tale strategia è stata promossa negli USA, dove si privilegia, rispetto all'esperienza tedesca, la tecnologia ICT.

3.2. Tecnologie di riferimento ²¹

Le tecnologie di riferimento sono riconducibili a due grandi insiemi: uno più vicino **all'Information Technology**, rappresentata da *Internet of Things, Manufacturing Big Data e Cloud manufacturing*; ed uno eterogeneo e vicino al layer della **Operational Technology**, rappresentata da *advanced human-machine interface, advanced automation e additive manufacturing*.

¹⁷ *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0.*, cit., pp. 33 e sg.

¹⁸ *Ivi*, pp. 34 e sgg.

¹⁹ Fraunhofer Italia, 2015

²⁰ Torino Nord Ovest, *Factory of the future*, 2014

²¹ Osservatori.net Digital Innovation, *Lo Smart manufacturing: tecnologie, dominio applicativo e benefici della manifattura*, Politecnico di Milano, 2015

Cloud Manufacturing: si intende la possibilità di disporre di un accesso diffuso, agevole e selettivo, distribuito e on demand, a una serie di risorse che possono essere relative all'IT o al mondo produttivo. Il *Cloud Manufacturing* rappresenta quindi l'insieme delle applicazioni del cloud computing nel mondo della manifattura, considerando sia la fabbrica che l'intera supply chain, oltre che la capacità di rendere virtuali, prenotabili on demand, anche le risorse della produzione.

Manufacturing Big Data: rappresenta una specializzazione delle metodologie e degli algoritmi che si sono sviluppati nel mondo dei *Big Data Analytics* e che vengono implementati in ambito manifatturiero. Rispetto ai Big Data nel contesto Internet, una fabbrica produce dati di diversa natura e dimensione, e necessita un approccio differente per la gestione rapida e tempestiva di questi stessi dati, che possono essere raccolti attraverso l'utilizzo di layer fisici (con la sensorizzazione degli impianti) ma anche attraverso i sistemi IT che già oggi gestiscono e coordinano i flussi di informazioni all'interno della Value Chain.

Internet of things (*internet delle cose*): rappresenta un percorso evolutivo della rete Internet attraverso la quale ogni oggetto fisico acquisisce una sua contropartita nel mondo digitale; alla base dell'IoT vi sono oggetti intelligenti (capaci cioè di identificazione, localizzazione, diagnosi di stato, acquisizione di dati, elaborazione, attuazione e comunicazione) e reti intelligenti (aperte, standard e multifunzionali), in una architettura applicativa molto diversa da quelle verticali e dedicate che si realizzavano nel recente passato. Le applicazioni IoT al mondo industriale sono anche note con l'espressione Industrial Internet o, con una accezione più ampia, ricomprese sotto il paradigma dei Cyber-Physical System".

Advancend Human-Machine Interface: riferimento alle tecnologie per l'interazione uomo-macchina. Dai consolidati *touch display* ai *visori per la realtà aumentata*, fino ai *dispositivi wearable*, non utilizzati solo come veicolo per l'acquisizione di dati ma anche per interagire direttamente con gli impianti, comunicare posizioni, scambiare informazioni di sicurezza. Rappresenta un'area molto ampia, contaminata dagli sviluppi trainati dal *mercato consumer*, ma che suscita forte interesse anche nel mondo industriale poiché consente di eliminare vincoli limitanti nella formazione e nella gestione dei processi operativi.

Advanced automation: riferimento ai sistemi di produzione automatizzati, arricchiti di soluzioni caratterizzate da elevata capacità cognitiva, adattamento al contesto, auto-apprendimento e riconfigurabilità. I tratti distintivi della Advanced Automation sono la *capacità di interazione con l'ambiente*, *l'auto-apprendimento* e *la guida automatica* (passando dai "tradizionali" sistemi AGV e loro evoluzioni ai nuovi dispositivi come i droni), l'utilizzo di *tecniche di visione e pattern recognition* (sistemi di manipolazione, controllo qualità) ed infine la *capacità di interagire con gli operatori, grazie a robot progettati per operare in mezzo e al fianco degli operatori*, piuttosto che rigidamente separati da questi.

Additive automation: tecnologia dirompente, che va ad affiancare quelle più tradizionali utilizzate nei processi produttivi, ovvero la fusione, l'asportazione e la deformazione di materiale. Questa tecnologia può essere utilizzata – nel mondo della manifattura industriale – su possibili produzioni di serie (e sul più consolidato prototyping) che utilizzano il metallo come materia prima. La sfida tecnologica in questo ambito dell'automazione è individuabile nel campo delle neuro-informatica e della neuro-robotica, in cui l'obiettivo è quello di ridurre costantemente la distanza tra l'elaborazione informatica e i processi cognitivi umani.

3.3 Tecnologie di riferimento. Focus: software in ambito tecnologico²²

²² ANIE Automazione, "Osservatorio dell'Industria Italiana dell'Automazione", 2015; Irpet/Quinn, "Analisi degli ambiti prioritari della domanda e offerta di tecnologie per la Fabbrica intelligente", 2016

L'automazione dei sistemi produttivi passa necessariamente dall'adozione di sistemi software di supporto, integrati nei diversi processi aziendali. I software utilizzati nell'ambito dell'automazione industriale, sono generalmente assimilabili ai seguenti:

- **programmazione dei sistemi di controllo**, nei quali parte del software si occupa di comandare tutto l'hardware della macchina funzionando come supervisore, ovvero comunicando ad ogni motore ed attuatore l'azione semplice che dovrà compiere;
- **visualizzazione grafica dell'impianto SCADA** ("Supervisory Control And Data Acquisition"), ovvero, "controllo di supervisione e acquisizione dati", le tre funzioni fondamentali realizzate dai sistemi di supervisione dei processi produttivi, di trasformazione o del terziario, supervisione, controllo e acquisizione dati.
- **manufacturing Execution System (MES)**, il software che gestisce l'interscambio di informazioni tra la produzione in fabbrica e l'informatica gestionale;
- **controllo distribuito (DCS)**, cioè un sistema di controllo automatico composto da diversi sottosistemi, in grado di scambiare informazioni con il campo (processo o impianto) in autonomia e con architettura non centralizzata. Un sottosistema fondamentale è quello di acquisizione e di elaborazione dati;
- **progettazione e simulazione**, ovvero i sistemi CAx (Computer Aided Technologies, cioè CAD, CAE, CAS, CAT, CAM ecc ...), e le tecniche di simulazione e virtualizzazione degli impianti e delle macchine utilizzati anche per il training degli operatori e per velocizzare il commissioning.
- **software di Product Lifecycle Management (PLM)** per la gestione del ciclo di vita del prodotto, che consentono alle aziende di gestire l'intero ciclo di vita dall'ideazione fino al ritiro, inclusi progettazione e produzione, in modo efficiente e redditizio.

3.4. Tecnologie di riferimento Focus: manifattura additiva ²³

Il riferimento immediato a tale tecnologia sono le stampanti 3D, veicolo di rilancio del c.d. artigianato digitale come evoluzione della tradizione del Made in Italy. Tale tecnologia non è ancora sviluppata all'interno delle organizzazioni manifatturiere, ma è ritenuta in grado di produrre effetti importanti nella prototipizzazione, con significativi vantaggi di efficienza e di riduzione dei tempi; nella produzione di componenti, nella filiera dei ricambi. In tale contesto tecnologico si posizionano anche la ricerca e sviluppo sui nuovi materiali, sulle nanotecnologie, sulle biologie industriali.

La quarta rivoluzione industriale e Industria 4.0

"Industria 4.0" è la risposta alla quarta rivoluzione industriale (...) pone l'accento sull'idea del coerente sviluppo della digitalizzazione e del legame tra tutte le unità produttive in un'unica economia. Esaminiamo ora le caratteristiche principali del nuovo scenario industriale:

I SISTEMI CYBERFISICI E IL MARKETPLACE. Al giorno d'oggi, i sistemi IT sono già al centro del sistema di produzione. In Industria 4.0, questi sistemi saranno maggiormente connessi a tutti i sotto-sistemi, ai processi, agli oggetti interni ed esterni, al fornitore e alle reti di clienti. Il livello di complessità sarà molto più

²³ Torino Nord Ovest, 2014

elevato e richiederà offerte di marketplace più sofisticate. I sistemi IT saranno realizzati intorno ai macchinari, ai sistemi di stoccaggio e ai fornitori, che aderiranno a uno standard ben definito e saranno collegati in quanto sistemi cyberfisici (CPS). Questi possono essere controllati in tempo reale. Gli stabilimenti e i sistemi del futuro avranno interfacce ben definite e simili tra loro. L'uso di queste tecnologie permetterà di sostituire facilmente i macchinari lungo la catena di valore. Ciò consentirà una produzione altamente efficiente in cui i processi manifatturieri possono mutare con breve preavviso e i periodi di inattività (dei fornitori, per esempio) essere compensati.

I ROBOT INTELLIGENTI E I MACCHINARI. I robot hanno già rimpiazzato i lavoratori nella rivoluzione precedente. Il numero di robot industriali multifunzione, sviluppati dagli operatori nel segmento dei fornitori di Industria 4.0 e utilizzati nel settore manifatturiero europeo, è quasi raddoppiato dal 2004. In Paesi come la Repubblica Ceca o l'Ungheria, la crescita è ancora più impressionante. In futuro i robot diventeranno intelligenti, ovvero saranno in grado di adattarsi, comunicare e interagire. Ciò renderà possibili ulteriori aumenti produttivi per le imprese, che registreranno un profondo cambiamento delle strutture di costo, del panorama di competenze e dei siti di produzione. I robot intelligenti non si limiteranno a rimpiazzare gli esseri umani nei flussi di lavoro strutturati in modo semplice in aree chiuse. In Industria 4.0, i robot e gli esseri umani lavoreranno di pari passo, così da poter dialogare riguardo a compiti condivisi e usare intelligenti interfacce sensoriali uomo-macchina. L'uso di robot sarà così esteso da includere varie funzioni: produzione, logistica, gestione degli uffici (per la distribuzione di documenti). I robot possono essere controllati a distanza: qualora venga riscontrato un problema, il lavoratore riceverà un messaggio sul suo cellulare con il link a una webcam in modo tale da poter individuare il problema e impartire le istruzioni necessarie per far sì che la produzione continui fino al giorno seguente. In questo modo lo stabilimento sarà operativo 24 ore su 24 anche se i lavoratori saranno presenti solo durante il giorno. Niente più turni di notte e produttività alle stelle.

BIG DATA. I dati sono spesso considerati come la materia prima del XXI secolo. In effetti, ci si aspetta che il livello di dati disponibili alle imprese raddoppi ogni anno e mezzo. Lo stabilimento del futuro produrrà un'enorme quantità di dati che dovranno essere salvati, elaborati e analizzati. I mezzi a tal fine utilizzati cambieranno considerevolmente. In Francia, il 63% dei direttori di stabilimento considera la sicurezza informatica un elemento cruciale per la competitività. Metodi innovativi per gestire i big data e sfruttare le potenzialità del cloud computing creeranno nuove modalità per utilizzare le informazioni.

NUOVA QUALITÀ DELLA CONNETTIVITÀ. Mentre all'inizio del XXI secolo la connettività era una caratteristica riservata al mondo digitale, in Industria 4.0 il mondo digitale e quello reale sono connessi. I macchinari, i pezzi da lavorare, gli impianti e gli esseri umani si scambieranno continuamente informazioni digitali attraverso l'Internet protocol (IP). Ciò significa che gli oggetti materiali saranno collegati al loro *data footprint*. La produzione verrà semplificata grazie all'utilizzo di macchinari interconnessi tra loro: una macchina, così come il nastro trasportatore o il robot destinato alla fornitura dei servizi di logistica, vengono immediatamente informati quando il pezzo è prodotto in un'altra macchina. I macchinari si adattano automaticamente a ogni fase produttiva, coordinandosi, quasi come in una danza, per regolare automaticamente l'unità produttiva alle serie che devono essere prodotte. Persino il prodotto può comunicare quando viene realizzato – attraverso l'Internet delle cose – e chiedere a un nastro trasportatore di essere raccolto o inviare un'e-mail al sistema di gestione degli ordini dicendo "Ecco, sono pronto per essere consegnato". Anche gli stabilimenti sono interconnessi per poter regolare facilmente i piani di produzione tra loro e ottimizzare la capacità in modo di gran lunga migliore.

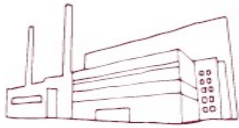
EFFICIENZA ENERGETICA E DECENTRAMENTO. Il cambiamento climatico e la scarsità di risorse sono megatrend che interesseranno tutti gli operatori economici di Industria 4.0. Essi sviluppano il decentramento energetico degli stabilimenti, creando la necessità di utilizzare tecnologie a zero emissioni nell'attività manifatturiera. L'utilizzo di energie rinnovabili sarà finanziariamente più allettante per le imprese. In futuro, molti potrebbero essere i siti di produzione che genereranno autonomamente energia, il che avrà a sua volta implicazioni per i fornitori di infrastrutture. Oltre alle energie rinnovabili, anche l'energia nucleare decentralizzata – per es. gli stabilimenti di piccole dimensioni – è oggetto di studi per rifornire grandi stabilimenti energivori, permettendo, così, un risparmio energetico a due cifre.

INDUSTRIALIZZAZIONE VIRTUALE. Non c'è niente di più difficile che avviare un nuovo stabilimento o lanciare un nuovo prodotto in uno stabilimento pre-esistente: ore di adattamento, collaudi, test pre-serie i quali richiedono un team addetto al lancio di alto calibro e costi in eccedenza inattesi. Un giorno di inattività comporta un'enorme perdita di ricavi per molte aziende. Industria 4.0 si servirà di stabilimenti e prodotti virtuali per preparare la produzione materiale. Per prima cosa vengono effettuate la simulazione e la verifica virtuali di ogni processo; una volta pronta la soluzione finale, si procede alla progettazione materiale, vale a dire che tutti i software, i parametri e le matrici numeriche vengono caricati nei macchinari fisici che controllano la produzione. Alcuni test iniziali hanno permesso di predisporre un'unità di produzione di componenti automotive in tre giorni anziché nei tre mesi generalmente richiesti. Gli stabilimenti virtuali possono essere progettati e facilmente visualizzati in 3D, così come le modalità di interazione tra lavoratori e macchinari.

Roland Berger (2014), trad. RT

Rappresentazioni della organizzazione di una Smart Factory (roland berger, 2014)

THE FULLY CONNECTED WAY OF MAKING THINGS
 Industry 4.0 is based on new and radically changed processes in manufacturing companies: Factory 4.0. In this concept, data is gathered from suppliers, customers and the company itself and evaluated before being linked up with real production. The latter is increasingly using new technologies such as sensors, 3D printing and next-generation robots. The result: production processes are fine-tuned, adjusted or set up differently in real time.



Suppliers

LOGISTICS 4.0
 > Fully integrated supply chain
 > Interconnected systems
 > Perfect coordination

CYBER SECURITY
 > Stronger protection for Internet-based manufacturing
 > Technology products with longer life cycles

CLOUD COMPUTING

BIG DATA
 > Making sense out of complexity
 > Creativity
 > Collaborative manufacturing

RESOURCES OF THE FUTURE
 (WIND, ALTERNATIVE / NON-CONVENTIONAL SOLAR, GEOTHERMIC)
 > Clean and renewable energy everywhere
 > Energy storage
 > Alternative raw materials

SENSORS
 > Zero default/deviation
 > Reactivity
 > Traceability
 > Predictability



ADVANCED MANUFACTURING SYSTEMS
 > Cyber-physical systems (CPS)
 > Numerical command
 - Full automation
 - Fully interconnected systems
 Machine-to-machine communication

MASS CUSTOMIZATION
 > Customer and marketing intimacy
 > Flexibility
 > Perfect match of customer's needs with mass production efficiency
 > On-demand manufacturing

3D PRINTING/ ADDITIVE MANUFACTURING
 > Scrap elimination
 > Mass customization
 > Rapid prototyping

ADVANCED MATERIALS
 > Smart value-added products
 > Technical differentiation
 > Connectivity

AUTONOMOUS VEHICLE
 > Flow optimization
 > Increased security
 > Lower costs

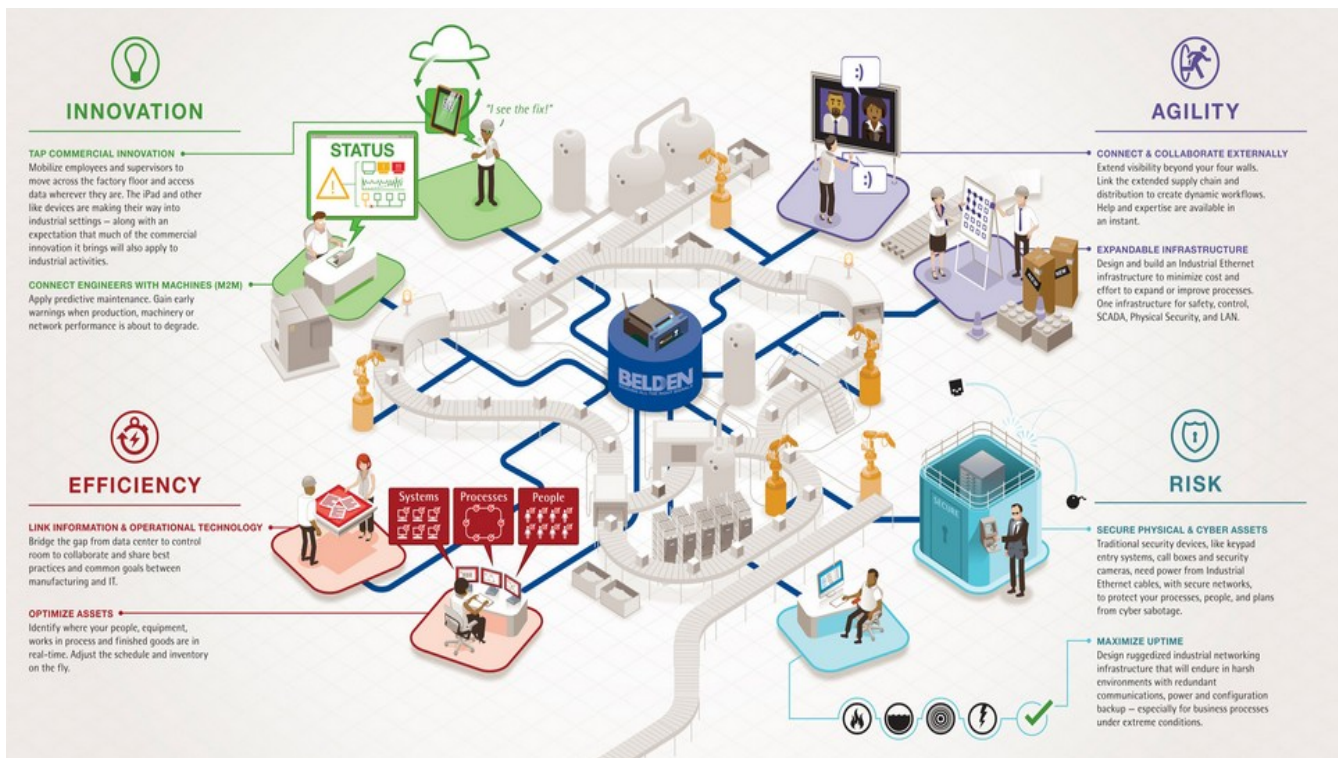
ROBOT
 > Real-time autonomy/productivity
 > Full transparency (contextualization, comprehensiveness, collaborative robot) on data reporting



INTERNET OF THINGS
 > Object tagging
 > Internet-to-object communication via low-power radio
 > Real-time data capture
 > Optimized stocks
 > Reduced waste

Plant of the future

Customers



3.4. Il ruolo dei servizi alle imprese

I Business Service rappresentano un elemento fondamentale per la catena del valore dell'economia e un supporto chiave per la crescita dell'industria. Si sono ritagliati un ruolo determinante nello scenario industriale europeo sia come fornitori di servizi innovativi e produttivi ad altre aziende, sia attraverso la cosiddetta "**Servitizzazione della manifattura**", ossia l'attenzione sempre maggiore da parte delle imprese non solo al prodotto venduto, ma anche ai servizi ad esso associati per accrescere il valore per il cliente.

A questo proposito i Business Service sono rappresentati da:

- servizi professionali (ad esempio la consulenza manageriale e servizi IT);
- servizi legali e amministrativi;
- servizi tecnici (ad esempio il design);
- servizi di ingegneria e architettura;
- servizi di attestazione di conformità e certificazione;
- servizi operativi e di supporto (ad esempio servizi di leasing, facility management, energia, sicurezza e pulizia industriale);
- servizi per il credito e la finanza (ad esempio servizi di leasing, il factoring e il recupero crediti).

Nella IV Rivoluzione Industriale caratterizzata dalla digitalizzazione dell'economia, dove sempre più macchine e apparecchi sono connessi tra loro grazie a internet, si ha una interconnettività e una collaborazione molto più stretta tra industria manifatturiera e servizi ad essa legati, accelerando ulteriormente il processo di "Servitizzazione della manifattura", tanto che in questi ultimi anni la discriminante tra industria e servizi sta man mano diminuendo.

L'attuale sfida per l'Europa è quindi quella di delineare un contesto favorevole **creando un ecosistema nel quale le imprese, soprattutto le PMI, possano trarre beneficio da questa situazione aumentando così le loro capacità di crescita e occupazione,**

rafforzando la produttività della manifattura e acquisendo una significativa quota del mercato globale.

Per coordinare in maniera congiunta le imprese nazionali, sia manifatturiere sia dei servizi, l'High Level Group on Business Services costituito dalla Commissione europea nel 2013 ha definito una sua vision che poggia su 5 elementi cardine:

- i BS con i loro servizi producono innovazione, aumentano la crescita e l'occupazione di alto livello
- i BS innovativi sono abilitati sia da tecnologia che da competenze
- i BS realizzano soluzioni che danno valore sia alle imprese di servizi che alla loro supply chain,
- i BS sostengono attraverso una maggiore competitività e sostenibilità la crescita economica e industriale, accelerando lo sviluppo europeo
- a fronte di questo, è necessario un sistema opportunamente regolato attraverso standard adeguati nell'ambito di un mercato interno perfettamente integrato per i servizi.

Se da un lato lo sviluppo dei Business Service offre interessanti aspetti positivi e significative opportunità, in contrapposizione vi sono anche rischi rilevanti, come ad esempio:

- una elevata frammentazione della rappresentanza sia a livello delle imprese che di policy maker europei e nazionali, rende più difficoltosa la definizione di politiche industriali che prendano in considerazione le diverse necessità e opportunità;
- la rapida crescita delle aziende di Business Service nazionali dei nuovi mercati ad alto potenziale (es. Cina e India), impedisce una penetrazione agevole alle imprese provenienti dall'Europa;
- le tecnologie ICT fondamentali per la crescita dei Business Service nel futuro, in molte aree tecnologiche di supporto alla Fabbrica 4.0, sono in prevalenza ad appannaggio di società con sede negli Stati Uniti e in Cina.

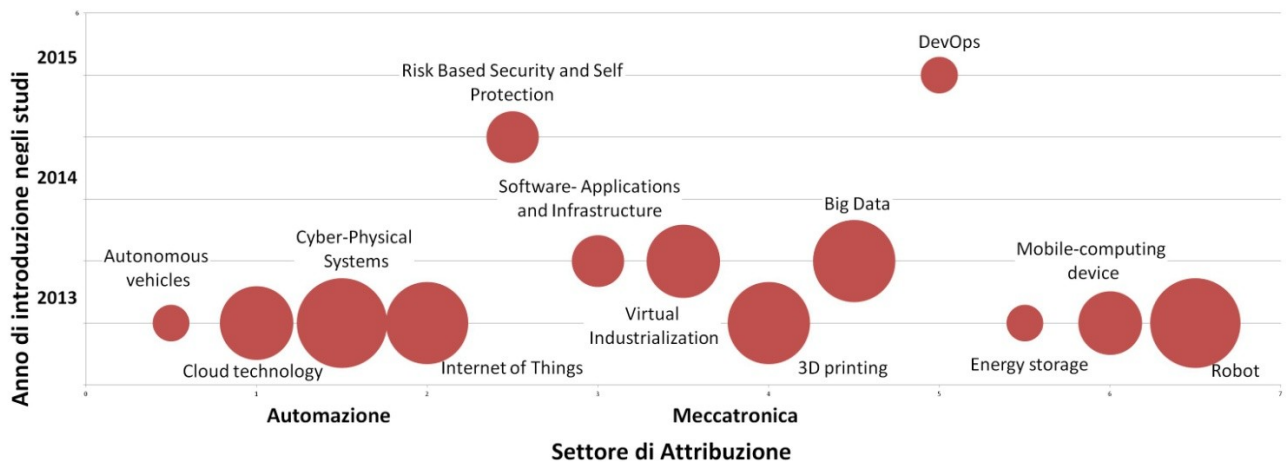
3.5. Scenari di riferimento

Nel corso degli ultimi anni sono stati elaborati una serie di studi di prospettiva che definiscono scenari variegati nel quadro delle applicazioni della Strategia Industria 4.0.

Le indicazioni di prospettiva, insieme ai trend tecnologici rilevati in alcuni tra i maggiori studi a livello mondiale,²⁴ sono stati messi a confronto in termini di ricorrenza e anno di presentazione, e nella associandoli agli ambiti dell'automazione, mecatronica e robotica.²⁵

²⁴ McKinsey Institute, "Disruptive technologies: advances that will transform life business, and the global economy", 2013; Gartner, "Relazione Simposio Orlando", 2014; Andreessen Horowitz, 2015; The Government Officer for Science, "The future of Manufacturing: a new era of opportunity and challenge for the UK", 2013; Boston Consulting Group, "Industry 4.0. The future of productivity and growth in manufacturing industries", 2015

²⁵ Irpet/Quinn, 2016



		McKinsey Global Institute, 2013	Government Office for Science (UK) 2013	Roland Berger Strategy Consultants, 2014	Gartner 2014	Andreessen Horowitz 2015	Boston Consulting Group BCG, 2015
		Scenario 2025	Scenario 2020	Scenario 2030	Scenario 2015	Futuro prossimo	Scenario 2025
AUTOMAZIONE	Autonomous vehicles	❖					
	Cloud technology	❖			❖	❖	❖
	Cyber-Physical Systems	❖	❖	❖	❖	❖	❖
	Internet of Things	❖		❖	❖	❖	❖
	Risk Based Security and Self Protection				❖	❖	
	Software- Applications and Infrastructure		❖		❖		
	Virtual Industrialization		❖	❖		❖	❖
MECCATRONICA	3D printing	❖	❖		❖	❖	❖
	Big Data		❖	❖	❖	❖	❖
	DevOps					❖	
	Energy storage	❖					
	Mobile-computing device	❖	❖		❖		
ROBOTICA	Robot	❖	❖	❖	❖	❖	❖
ALTRO	Advanced materials	❖	❖				
	Augmented Reality						❖
	Bitcoin					❖	
	Crowdfunding					❖	
	Digital Health					❖	
	Energy Efficiency	❖	❖	❖			
	Genomics	❖					
	Horizontal and Vertical System						❖
	Insurance					❖	
	Oil&gas exploration and recovery	❖					
	Online Marketplaces					❖	
	Full Stack-Startup: startup "integrata"					❖	
Video Online					❖		

5. Domanda e offerta di tecnologia in Toscana connesse a Industria 4.0

Al fine di definire un quadro di possibili interventi, anche in riferimento ad analisi di carattere nazionale,²⁶ è stata svolta da Irpet una indagine sulla domanda e l'offerta di tecnologia in Toscana connesse a Industria 4.0.

5.1 Mappatura dell'offerta di tecnologia

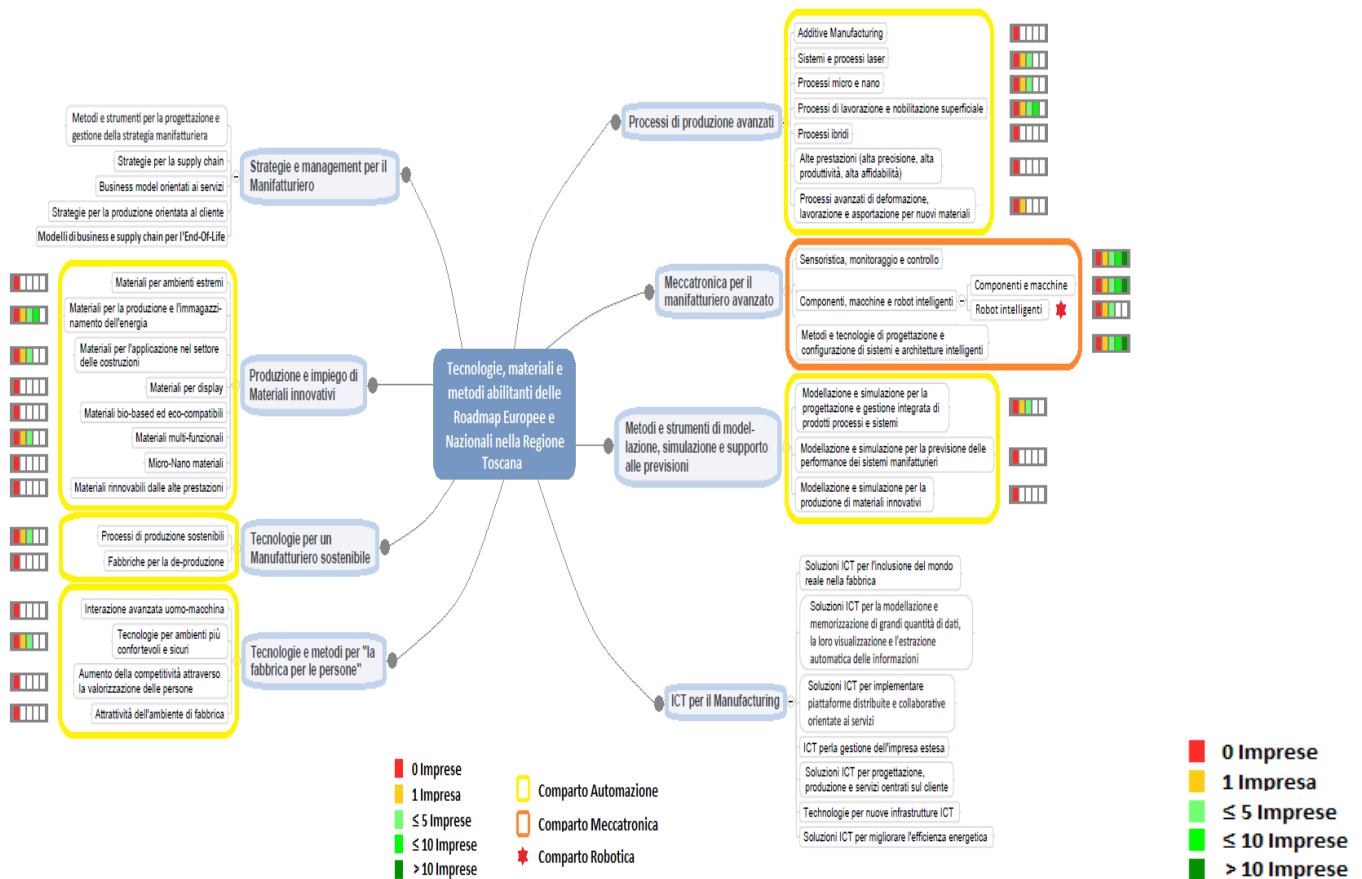
La mappatura che emerge dalla indagine permette di evidenziare il presidio effettivo delle suddette tecnologie attraverso l'adozione di una metrica a "semaforo" secondo la quale la numerosità delle aziende indica un grado diverso di capacità di offerta di una tecnologia.

Il presidio degli ambiti di analisi richiesti è stato assicurato attraverso l'associazione puntuale fra Comparto e Macro-categorie di tecnologie abilitanti così come identificate dal Cluster Fabbrica intelligente e dall'Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia (AFIL):

Comparto	Macro-categorie di tecnologie abilitanti
Automazione	<ul style="list-style-type: none">• Processi di produzione avanzati• Produzione e impiego di materiali innovativi• Tecnologie per un manifatturiero sostenibile• Tecnologie e metodi per la fabbrica per le persone• Metodi e strumenti di modellazione, simulazione e supporto alle previsioni
Meccatronica	<ul style="list-style-type: none">• Meccatronica per il manifatturiero avanzato
Robotica	<ul style="list-style-type: none">• Meccatronica per il manifatturiero avanzato – Robot intelligenti

Dalla analisi emergono i pieni e i vuoti del sistema regionale in termini di offerta di tecnologie abilitanti un modello integrato, digitalizzato e competitivo di produzione.

²⁶ Staufen Italia, Industria 4.0. Sulla strada della fabbrica del futuro. Qual è la situazione dell'Italia, 2015



Mappa dell'offerta di tecnologie della Fabbrica intelligente in Toscana

Con riferimento alla Macro-categoria **“Produzione e impiego di materiali innovativi”** emerge un livello di diffusione sufficiente (≤ 5 imprese) in 3 tecnologie su 8, relativamente basso così come per la Macro-categoria **“Metodi e strumenti di modellazione, simulazione e supporto alle previsioni”** con 1 tecnologia su 3 e per la Macro-categoria **“Tecnologie e metodi per la fabbrica per le persone”** con 1 su 4.

Il panorama regionale risulta più performante in termini di offerta per quanto attiene alla Macro-categoria **“Meccatronica per il manifatturiero avanzato”** a cui si riconducono due dei comparti oggetto d'indagine ovvero la meccatronica e la robotica. In questo ambito abbiamo infatti il presidio di tutte le tecnologie associate, con densità massime (> 10 imprese) relativamente a **“Sensoristica, monitoraggio e controllo”** e **“Metodi e tecnologie di progettazione e configurazione di sistemi e architetture intelligenti”**.

Le testimonianze raccolte nelle interviste in profondità condotte con imprese fornitori e utilizzatori di tecnologie, così come rappresentanti del mondo della ricerca e della PA, evidenziano che **i maggiori utilizzatori di tecnologie con sede in Toscana sono principalmente aziende di grandi dimensioni e con una struttura produttiva multi-sito.**

Le aziende con processi di lavorazione di tipo continuo (es. cartario, chimico) o di **assemblaggio** (automotive), quindi principali destinatari di sistemi di automazione, **sono più propense a ricercare tecnologie di ultima generazione per ottimizzare la produzione e la distribuzione.**

Inoltre **più alti sono i volumi più risulta critica la ricerca di soluzioni di automazione che consentano il recupero di efficienza nel sistema produttivo attraverso**

L'integrazione dei sistemi end-to-end, soluzioni avanzate di controllo e gestione della relazione con i fornitori. Altre aziende con esigenze simili sono quelle cosiddette di processo, con operazioni ripetitive e a rischio elevato (es. chimico, siderurgia, lapideo).

Tra gli utilizzatori è diffusa **l'importanza crescente data ai servizi di assistenza after sales**, in particolare rispetto alla tempestività di risposta del fornitore in caso di malfunzionamenti, dalla quale deriva il valore attribuito alla prossimità (es. chimico, cartario). È posto interesse al costo della fornitura, ma sempre di più la qualità del prodotto e del servizio del fornitore risulta essere un fattore di vantaggio competitivo. Per questo in tutti i settori sono privilegiati rapporti duraturi con gli attori della supply chain.

Legata al servizio di assistenza si inserisce la funzione di monitoraggio in remoto, realizzata attraverso sistemi di controllo installati sulle macchine di produzione per monitorarne il funzionamento in termini di consumi e produttività. Tale funzione di controllo, sempre più diffusa in particolare nelle produzioni a ciclo continuo, può funzionare in remoto mediante sistemi web based, o in locale con collegamenti ad una centrale di controllo posta in prossimità dello stabilimento produttivo; nell'ipotesi di controllo in remoto questo in taluni casi viene effettuato direttamente dal produttore del macchinario quale servizio di assistenza *after sales* (es. cartario).

L'offerta tecnologica toscana, in alcuni ambiti settoriali, è ritenuta non adeguata se non assente. Pertanto, nei casi in cui la prossimità viene giudicata comunque strategica, ci si rivolge a soggetti locali non specializzati ma che possono agire in veste di *service* locali per conto di multinazionali estere, spesso in ottica *global service*. Il rapporto che si instaura risulta molto stretto se non di dipendenza fra cliente-fornitore, tale da indirizzare le linee di sviluppo e innovazione di quest'ultimo (es. nel settore chimico e siderurgico).

Se da una parte le piccole dimensioni dei fornitori locali costituiscono un vantaggio dal punto di vista del rapporto diretto e della capacità di risposta veloce in casi di necessità, dall'altra rappresenta uno svantaggio in termini di garanzia di solidità strutturale e organizzativa tale da assicurare rapidità di consegna del prodotto/servizio nonché di limitate capacità di innovazione.

Il livello tecnologico dei fornitori di tecnologia regionali è strettamente correlato alla capacità di investimento delle aziende e ancora influenzato dalla cultura aziendale. Oltre a una certa lentezza ad adottare le tecnologie/innovazioni di ultima generazione, non tutte le tecnologie della fabbrica intelligente hanno costi accessibili al tessuto industriale di piccole e medie dimensioni.

Le aziende produttrici toscane sono ritenute per lo più *follower*, non molto propense al rischio che quindi non è visto come conseguenza naturale della competizione la quale si sposta sempre di più sulla tecnologia e sulla digitalizzazione. Infatti la percezione generale degli utilizzatori è che la competizione sulla tecnologia si verifichi per periodi limitati nel momento dell'introduzione dell'innovazione, ma torni velocemente sul prezzo appena le novità divengono acquisite (come nei settori della meccanica).

In alcuni casi l'implementazione di software di supporto alla progettazione è stata veicolata dalle aziende clienti e dai consulenti. I produttori che lavorano "make to order" su esemplari unici o limitati, non sono propensi all'automazione e presentano tempi di risposta lunghi.

La R&S dipende ancora molto dai vertici aziendali e dalla cultura innovativa; generalmente non è interna ma effettuata con appoggio alle università, spesso a fronte di finanziamenti pubblici principalmente regionali.

La nascita di start up innovative avviene soprattutto in ambito elettronico e software, settori che prevedono infatti bassi costi di avvio. Un altro ambito fertile per l'avvio di nuove imprese, citato nel corso delle interviste e relativamente più recente, riguarda i *service* di

manutenzione, certificazione e assistenza tecnica: rispetto all'adozione del modello della fabbrica intelligente, è generalmente ritenuto un percorso obbligato per quanto porterà in termini di risparmio dei costi e alla maggiore competitività. Quello che appare critico sono i tempi di adozione delle relative tecnologie.

Tra le tecnologie più citate nel corso delle interviste troviamo i sistemi di progettazione e modellazione virtuale 3D (CAD/CAM), sistemi di controllo e monitoraggio a distanza (tutti i settori), connessione a internet per quel che riguarda gli applicativi software, sistemi di tracciabilità dei prodotti e della materia prima ad es. con RFID (cuoio e pelle, logistica).

Le caratteristiche tecniche generalmente richieste dagli utilizzatori riguardano dimensioni ridotte, componenti più compatti, possibilità di fare varianti, set up ridotti e velocità di lavorazione maggiori (es. cuoio e pelle).

Tra i trend di maggior interesse troviamo la ricerca di soluzioni tecniche per aumentare la produttività e riduzione degli sprechi, il risparmio energetico per assicurare la sostenibilità delle produzioni (soprattutto per il cartario), la riduzione dei consumi (specialmente lapideo, chimico), la sicurezza e il controllo ambientale (in particolare nautica). E' in crescita, in coerenza con l'approccio olistico e integrato della Fabbrica Intelligente, la richiesta d'integrazione dei sistemi produttivi e di supporto (es. dialogo fra le macchine per mezzo di piattaforme di interconnessione, così come con i sistemi di carico e scarico).

5.2. Diffusione per settore

Se l'Automotive si conferma il settore maggiormente permeabile e pronto rispetto all'approccio della Fabbrica Intelligente, essendo uno dei settori in cui questo paradigma si è andato sviluppando, i settori più tradizionali testimoniano la difficoltà di adozione di metodi e tecnologie più evolute.

Se ci focalizziamo sui alcuni settori si rileva quello che registra un valore più basso di diffusione delle tecnologie dichiarate è il settore AGROLIMENTARE; egualmente nel settore CUOIO E PELLI. Le valutazioni sull'ORAFO e sul settore del LUSO nel suo complesso risultano in linea con gli altri settori a vocazione più artigianale.

5.3 Diffusione per tecnologia

Il Cluster di tecnologie che presenta una diffusione trans-settoriale, abbinando **elevata numerosità** di citazioni ed equilibrio nel set di tecnologie, è quello denominato **"Meccatronica per il manifatturiero avanzato"**. Le tre tecnologie rientranti registrano infatti valori di citazioni significativi. A questo dato però non corrisponde un'analoga omogeneità di distribuzione dei valori di diffusione a dimostrazione ulteriore delle specificità di applicazione nei diversi settori delle tecnologie associate alle macro-categorie della Fabbrica Intelligente.

Il Cluster che registra le tecnologie/metodi con i più elevati livelli di diffusione è quello denominato **"Strategie e management per il Manifatturiero"**, giustificabile dalla natura più organizzativa delle tecnologie e dei metodi associati. In questo cluster rientrano infatti *"Metodi e strumenti per la progettazione e gestione della strategia manifatturiera"* *"Strategie per la Supply Chain"*.

Pur con i limiti di una valutazione tran-settoriale possiamo comunque rilevare che la tecnologia che registra **i più bassi livelli di diffusione** nel sistema produttivo toscano è **"Materiali rinnovabili dalle alte prestazioni"**, seguita da **"Processi micro e nano"** e **"Micro-nano materiali"**.

All'opposto le **tecnologie più diffuse** risultano essere **"Strategie per la Supply Chain"**, **"Soluzioni ICT per la modellazione e memorizzazione di grandi quantità di dati la**

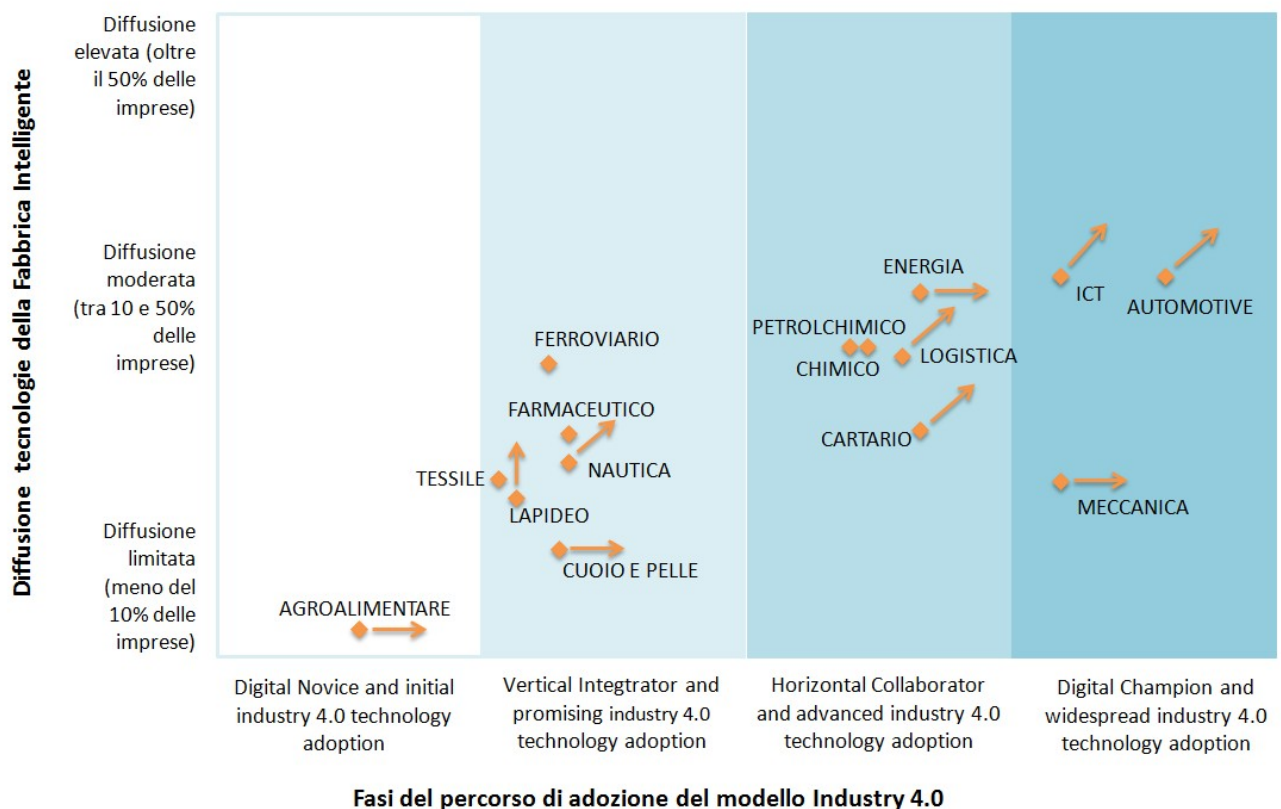
loro visualizzazione e l'estrazione automatica delle informazioni” e “6. Materiali per ambienti esterni”.

Riprendendo la vista per cluster che ci dà indicazioni sulla maturità tecnologica dei sistemi aziendali, quello che registra la frequenza più elevata di livelli 3 di diffusione è il cluster “Metodi e strumenti di modellazione, simulazione e supporto alle previsioni”, seguito dal cluster “Meccatronica per il manifatturiero avanzato”.

Il cluster che registra la frequenza più elevata di livelli 1 di diffusione è quello delle “Tecnologie per un Manifatturiero sostenibile” nel quale i livelli 3 hanno frequenza molto bassa, bilanciata in parte dalla frequenza dei livelli 2. Segue il cluster “Produzione e impiego di Materiali innovativi”.

5.4 Misurazione della maturità dei settori produttivi toscani

I settori produttivi del sistema economico regionale, oggetto di analisi Irpet/Quinn sono stati classificati secondo un **modello di maturità** (Sector maturity model) multi-source che misura **lo stato di evoluzione dell'adozione del modello Fabbrica Intelligente**.



Misurazione della maturità dei settori produttivi toscani rispetto al modello Industria 4.0 ²⁷

²⁷ Nel grafico si dà conto dei trend di evoluzione dell'adozione del modello Industria 4.0 nei diversi settori rappresentando queste traiettorie con frecce (→) indirizzate verso fasi successive del modello e/o valori di diffusione più elevati. Il caso tipico può essere quello del settore cuoio e pelli nel quale a fronte di un posizionamento nella prima fase si sono individuati casi di adozione di modelli organizzativi più evoluti associabile alla fase 2.

Le frecce possono avere quindi tre possibili indirizzi:

- orizzontale (→) ad indicare la presenza di casi aziendali toscani, seppur in numero ridotto, di collocazione in fasi successive;
- verticale (↑) nel caso di trend di crescita della diffusione dei modelli nel tessuto produttivo regionale;
- diagonale (↗) ad indicare la presenza di trend sia orizzontali che verticali.

Nel **settore agroalimentare** l'utilizzo delle tecnologie è fortemente vincolato ai volumi di produzione e all'industrializzazione del processo. Le aziende che si stanno avviando su un percorso di adozione di tecnologie abitualmente hanno la tendenza a consolidarne l'adozione nel proprio sistema produttivo con un approccio graduale. In questo settore la diffusione tecnologica risulta limitata ai soggetti più votati all'industrializzazione della produzione (es. olio, latte).

Il **settore dell'energia** toscano è presidiato da grandi player internazionali che si trovano già in una fase di adozione tecnologica avanzata, ma che frenano lo sviluppo di *competitor* significativi locali e quindi la diffusione tecnologica tra i soggetti di dimensioni minori.

Il **settore lapideo** presenta casi di sviluppo di soluzioni tecnologiche piuttosto avanzate che vengono proposte direttamente dai produttori di macchinari agli utilizzatori e che stanno facendo crescere la diffusione tecnologica del settore.

Nel **settore della nautica** sono in corso progetti di ricerca, in particolare nel campo del monitoraggio delle emissioni e dell'adozione di tecnologie per il risparmio energetico. Altro stimolo viene dal problema legato allo smaltimento della vetroresina che ha spinto la ricerca di soluzioni alternative e a porre l'attenzione sul tema dell'end-of-life. **Domotica e connettività** sono altri ambiti di sicuro interesse in un prodotto fortemente connesso all'economia delle esperienze.

Il **settore cuoio e pelle** è composto principalmente da soggetti di piccole dimensioni (terzisti) con limitate capacità di investimento, i cui principali fattori di concorrenza sono il prezzo e la flessibilità produttiva. Vi sono alcuni soggetti di dimensioni maggiori, in particolare nel segmento della concia, che hanno riconosciuto nella tecnologia una possibilità di ottimizzazione e crescita. Questi ultimi amplieranno lo spettro di tecnologie di automazione e controllo utilizzate in particolare per quanto attiene alle fasi produttive in cui sono adottati prodotti chimici per il trattamento delle pelli (es. sistemi di spruzzo, tinteggiatura, controllo visivo). Questo risultato sarà favorito sia dal un rapporto stretto con i produttori di macchine sia attraverso la collaborazione con il mondo della ricerca che apre l'accesso ai finanziamenti pubblici alla R&S così come all'innovazione.

Il **settore cartario**, sia lato utilizzatori, sia lato produttori, presenta diversi casi di aziende di grandi dimensioni, fortemente internazionalizzate e molto attive in particolare nell'adozione di tecnologie per l'automazione dei processi produttivi e di sistemi di controllo della produzione. La progressiva digitalizzazione e la collaborazione fra produttori utilizzatori ha permesso di sperimentare e sviluppare soluzioni innovative e modelli di organizzazione dei siti produttivi annoverabili quali esempi di applicazione del modello della Fabbrica Intelligente. A fronte di questi innovatori il settore presenta, in particolare nella fase di produzione della carta, un numero significativo di aziende meno propense al cambiamento e fra le quali la maggiore attenzione è posta all'adozione di tecnologie per il risparmio energetico.

Il **settore della logistica**, caratterizzato dalla presenza di grandi player generalisti e diversi soggetti specializzati in nicchie di mercato, grazie ai fenomeni che hanno riguardato la globalizzazione mercati e delle supply chain, l'avvento dell'e-commerce e l'evoluzione dei sistemi postali, ha ricevuto un'ulteriore spinta ad una crescita già significativa. Per questo ha intrapreso da tempo un processo di adozione di tecnologie per l'integrazione e controllo dei sistemi proprie della fabbrica intelligente. Per il settore è previsto nei prossimi anni un aumento della diffusione delle tecnologie sia l'adozione di nuove soluzioni attualmente in fase di sperimentazione (es. uso di droni).

Nel **settore della meccanica** spiccano soggetti fortemente dinamici e innovatori di dimensioni medie, spesso fondati in regione ma poi entrati a fare parte di gruppi internazionali. Il resto del settore è composto principalmente da piccole imprese con limitate capacità di investimento e con presidio di fasi di lavorazione meno avanzate. Pertanto nel settore è previsto che la diffusione sia più lenta, in attesa di eventuali consolidamenti, ed aumenti invece il livello di adozione tecnologica.

I **settori dell'ICT e dell'Automotive** sono entrambi molto attivi sia nella ricerca e sviluppo sia nell'adozione di modalità produttive innovative.

Nell'**ICT** toscano la capacità d'innovazione è fortemente correlata al legame con la ricerca universitaria. Le aziende SW spesso sono start-up e trovano nei finanziamenti alla ricerca&sviluppo sia europei che regionali delle leve di crescita, almeno nella prima fase di sviluppo del business, a cui abitualmente riescono a dare continuità. In questo settore le parole chiave rimandano più a metodi di lavoro che tecnologie. Si parla infatti di *collaboration, agile, open innovation e open source*.

Nell'**automotive** i soggetti coinvolti nell'acquisizione delle tecnologie della Fabbrica Intelligente sono abitualmente caratterizzati da essere integrati in filiere internazionali e con elevata capacità di proposta di nuove soluzioni/prodotti. Pertanto per il settore sono previsti avanzamenti sia in termini di diffusione tecnologica sia di livello di adozione tecnologica.

6. Gli impatti di Industria 4.0 sulle competenze e sul lavoro

Le nuove tecnologie connesse alla Strategia Industria 4.0 non possono non incidere sulla natura del lavoro e richiederanno nuove competenze rendendo certe forme di lavoro umano economicamente non competitive. "Non sorprende che nuove tecnologie creino domanda di nuove competenze, mentre è più significativa la rilevazione dell'influenza sulla natura del lavoro".²⁸

I progressi tecnologici porteranno alla automazione di molti processi manuali esistenti, ma **non provocheranno la sostituzione delle persone, piuttosto ne cambieranno il ruolo**: alle persone sarà richiesto di lavorare come parte di un sistema socio-tecnico integrato, ci sarà uno spostamento dall'esecuzione manuale della produzione, alla supervisione dei processi automatizzati in tempo reale.²⁹

Con l'introduzione dell'IoT la catena di montaggio non necessiterà più dell'apporto dell'operaio per operazioni meccaniche, ma solamente per attività di settaggio dei macchinari e di *problem solving*. I robot avanzati potranno fare attività più simili alla manualità umana rispetto ai macchinari a cui siamo stati abituati, e potranno essere utilizzati anche in servizi in cui l'automazione ha avuto un impatto minore fino ad oggi. La produzione verrà gestita virtualmente, e pertanto potrà essere controllata in remoto dal proprio computer di casa o dal proprio *smartphone*. Grazie a webcam e sensori sarà possibile individuare i problemi e risolverli a distanza. Con l'introduzione della connettività mobile, infatti, il concetto di bilanciamento tra lavoro e vita privata si sta superando e lo sviluppo dell'Industry 4.0 contribuirà a mettere in crisi i presupposti concettuali e spazio-temporali di questa visione oramai superata.³⁰

²⁸ McKinsey Global Institute, "Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy", Maggio 2013,

²⁹ The Government Office for Science, "The Future of Manufacturing: A new era of opportunity and challenge for the UK", Foresight 2013

³⁰ ADAP, "Come cambia il lavoro nell'Industry 4.0?", Marzo 2015

La conoscenza avanzata dei sistemi informativi, la capacità di analisi in tempo reale dei Big Data, e il sapersi muovere celermente tra sistemi ciber-fisici saranno la base per gli operai del futuro: ³¹le competenze principalmente ricercate in questo scenario saranno informatica, elettronica e robotica, oltre a biotecnologie e nanotecnologie. Le imprese avranno bisogno di risorse interdisciplinari dotate sia di competenze relazionali sia di competenze tecniche avanzate.³²

Processi di automazione sono progettati e controllati da ingegneri, quindi una forza lavoro altamente qualificata diventerà una precondizione per il successo di questi processi di innovazione. Gli investimenti in piattaforme comuni o tecniche di modellazione devono essere parte di una strategia a lungo termine, che mira a creare le economie di scala. L'Europa ha bisogno per rimanere competitiva.³³

I lavori connessi a Industria 4.0 tendono a concentrarsi nelle fasi a valle e a monte del processo di produzione, il quale si integra con le funzioni di engineering, di logistica con la supply chain: il prodotto diviene un amalgama di differenti lavori concreti, organizzati da una molteplicità di agenzie tra loro coordinate. Una quota rilevante del lavoro generato dalla produzione industriale smart non è direttamente generato dalla impresa capofila: una parte delle attività a monte e a valle, ma anche di produzione diretta, è svolta da organizzazioni terze collegate all'azienda da transazioni variamente regolate. In tal modo la realizzazione di molti prodotti coinvolge un elevato numero di imprese.³⁴

Il divenire smart della fabbrica comporta lo sviluppo orizzontale (cioè a dire sia all'interno della fabbrica capofila che lungo la filiera dove si sviluppa la catena del valore) di due nuove figure paradigmatiche connesse alla nuova natura della organizzazione della produzione derivante dalla profilazione derivante dal prodotto: la personalizzazione implica variabilità, flessibilità ma anche incertezza.

La prima è quella del c.d. **blue collar** (operaio) che deve divenire polivalente, cooperante e comunicativo: emerge la narrazione di una *nuova dimensione operaia* all'interno della fabbrica intelligente, di un *blue collar* (operaio) "aumentato", digitalizzato, con livello di istruzione secondaria superiore, possibilmente che conosce dell'inglese. Emerge anche un operaio "diminuito" di conoscenza specifiche e abilità tecniche. Ne deriva pertanto **l'aumento della componente intellettuale del lavoro** (anche per i blue collar).³⁵

La seconda è quella dell'**ingegnere di nuova concezione, (white collar)** la figura professionale che garantisce la integrazione tra produzione e le funzioni che danno intelligenza alle macchine: l'ingegneria dei processi, il settaggio, l'applicazione delle informazioni che istruiscono il ciclo.

"La fabbrica intelligente, proprio **in quelle fasi dove l'uomo è necessario**, permette di avere dei guadagni di valore aggiunto di produttività che fanno sì che il costo del lavoro diventi sostenibile. Questo è un punto fondamentale perché ci dice che stiamo parlando di processi produttivi dove non è possibile sostituire l'uomo con le macchine: (...) avremmo a che fare con un diverso tipo di

³¹ McKinsey Global Institute, "Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy", Maggio 2013,

³² Roland Berger Strategy Consultants, "INDUSTRY 4.0. The new industrial revolution How Europe will succeed", Marzo 2014,

³³ Commissione Europea, <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-manufacturing>

³⁴ Torino Nord Ovest, 2014

³⁵ M. Bentivoglio, Sindacato futuro in Industry 4.0, 2016

sostituibilità che non è la sostituibilità tra lavoro e macchine, ma è la sostituibilità tra lavoratori in Paesi avanzati e lavoratori in Paesi emergenti".³⁶

Se vi è un impatto sulla organizzazione del lavoro dovuta alla nuova e diversa interazione tra uomo e la macchina (il robot), altra conseguenza è ricade sugli orari e i luoghi di lavoro, grazie alle tecniche di controllo remoto e di interfaccia che avverrà per il tramite di un PC o di uno smartphone:³⁷ meno operai generici e più operai specializzati, quindi una formazione più orientata alla dimensione digitale (**smartworking**) e alla crescita professionale.

6.1. Gli impatti di Industria 4.0 sulla localizzazione delle imprese (reshoring).

Uno degli elementi significativi connessi alla Strategia Industria 4.0 è l'effetto ri-localizzazione che potrebbe generare la riorganizzazione del sistema della produzione secondo tale metodologia. Come è stato osservato, l'impatto sulle imprese è quello di incrementare produttività e ridurre i costi di produzione, con un effetto sostituzione che attiene alle competenze e alle capacità della forza lavoro di interagire con dimensione digitale della organizzazione, dell'azienda e della supply chain.

Al giugno 2015 le operazioni di reshoring che hanno interessato l'Italia sono 113 implementate da 83 imprese; i settori interessati sono prevalentemente Made in Italy, ma anche elettronica e automotive.³⁸

In tal senso è possibile attivare una strategia di rientro delle produzioni che negli ultimi anni erano state decentrate in paesi a minore costo del lavoro favorendo il fenomeno del c.d. back-shoring o reshoring, e quindi creando nuove opportunità di investimento e di crescita della presenza di una manifattura di qualità e competitiva: occorre pertanto investire non solo sulla dimensione tecnologica quanto su quella formativa e dell'offerta di competenze che il territorio può offrire anche alla luce del modello flessibile di organizzazione del lavoro che offre la struttura produttiva regionale, rappresentato dalle PMI.³⁹

7. Industria 4.0 nelle politiche nazionali

Con il Decreto del 30 maggio 2012⁴⁰, il MIUR, a fronte della Comunicazione della Commissione del 17.10.2008 "Verso cluster competitivi di livello mondiale nell'Unione europea"⁴¹, e della Comunicazione della Commissione "Horizon 2020-Orizzonte 2020" de 30.11.2011, nella quale viene illustrato il quadro strategico comune in materia di ricerca e innovazione per il periodo 2014-2020⁴², ha individuato 9 aree tecnologiche per ognuna delle

³⁶ G.Barba Navarretti, Sindacato e futuro in Industry 4.0, 2016

³⁷ F.Seghetti, Come cambia il lavoro nell'Industry 4.0 ?,2015. In tal senso il Governo nel novembre del 2015 ha diffuso la bozza preliminare di d.d.l. sul tema del c.d. "lavoro agile" (Misure per la tutela del lavoro autonomo non imprenditoriale e misure volte a favorire l'articolazione flessibile nei tempi e nei luoghi del lavoro subordinato a tempo indeterminato". Su questo: E.Dagnino, Lavoro agile: una questione definitoria, 2015, M.Del Conte, Il lavoro agile. Oltre il modello di organizzazione fordista, 2015; M.Corso-F.Crespi, Il cambiamento possibile. Si può e si deve ripensare il lavoro in una ottica intelligente, 2015. Vedere anche Pdl di iniziativa parlamentare, Camera dei Deputati n.2014/2014 "Disposizioni per la promozione di forme flessibili e semplificate di telelavoro; Senato della Repubblica n.2229/2016 "Adattamento negoziale delle modalità di lavoro agile nella quarta rivoluzione industriale"

³⁸ B.Weisz, Industry 4.0: perché è una risposta alla delocalizzazione, 18.03.2016, agenda.digitale.eu

³⁹ Ministero affari esteri, Diplomazia Economica Italiana, Parola d'ordine: reshoring. Rilocalizzare ora è un must, 2015; A.Ricciardi-P.Pastore-A.Russo-S.Tommaso, Strategie di back-reshoring in Italia: vantaggi competitivi per le aziende, opportunità di sviluppo per il paese, (2015)

⁴⁰ MIUR, "Lo Sviluppo e Potenziamento di Cluster Tecnologici Nazionali", maggio 2012.

⁴¹ Commissione Europea, " COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL CONSIGLIO, AL PARLAMENTO EUROPEO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI Verso cluster competitivi di livello mondiale nell'Unione europea"

⁴² Commissione Europea, "Decisione del Consiglio che stabilisce il programma specifico recante attuazione del programma quadro di ricerca e innovazione (2014-2020) – Orizzonte 2020"

quali si vuole favorire la nascita e lo sviluppo di un Cluster Tecnologico Nazionale, tra cui l'area "**Fabbrica intelligente**", cluster poi costituito ed operante.

Nel 2012 è stata promossa dal MIUR la costituzione del cluster nazionale "Fabbrica Intelligente".

Nel marzo 2015 il MISE include il concetto di Industry 4.0 all'interno del position paper sul "Mercato digitale unico: la posizione italiana".⁴³

Ricerca & Innovazione: liberare il potenziale innovativo attraverso il nuovo modello di manifattura digitale e le startup

Il livello di investimenti pubblici e privati destinati alla ricerca e innovazione va aumentato per garantire alle imprese europee di competere nel mercato globale. Il rapido avanzamento tecnologico sta mutando in modo radicale i modelli produttivi e distributivi delle imprese manifatturiere: le produzioni tendono a diventare totalmente automatizzate e interconnesse, le supply chain si dematerializzano per ricomporsi secondo logiche non più riconducibili al tradizionale concetto di settore, le produzioni sono sempre più personalizzate e i canali di distribuzione sempre più digitali. Per consolidare la propria competitività, le imprese sono dunque sollecitate a una radicale trasformazione della loro organizzazione, di portata simile a quella che fece seguito all'introduzione della robotica e dell'automazione nelle fabbriche degli anni ottanta.

In questa fase occorre una dinamica di forte "rottura" rispetto al passato che necessita di cospicui investimenti, di solide strutture finanziarie e di un'adeguata infrastrutturazione immateriale. Le imprese sono chiamate a integrare le tradizionali competenze industriali con le tecnologie delle telecomunicazioni e di Internet: assumono rilevanza strategica gli investimenti in innovazione in chiave Industry 4.0, ovvero investimenti in sistemi digitalizzati e interconnessi che favoriscono l'efficientamento dei processi e l'innovazione di prodotto, anche tramite strumenti come quelli offerti da Internet of Things (IoT) caratterizzati da maggiore velocità e flessibilità produttiva, maggiore scambio di dati e informazioni con il cliente finale e customizzazione di massa. Il tutto in un contesto di accresciuta efficienza nell'utilizzo delle risorse necessarie per la produzione, in particolare quelle energetiche, anche con un maggior contatto tra mondo accademico, mondo industriale e start-up promuovendo una cooperazione intersettoriale. Il modello di "Fabbrica intelligente" che ne deriva permette di modificare in maniera estremamente rapida la struttura degli impianti, rendendo più semplice e rapido il passaggio a nuove tipologie di produzioni. La riorganizzazione non deve riguardare solo le fasi produttive all'interno delle imprese, ma coinvolgere il dialogo tra le imprese connesse lungo la catena di fornitura e subfornitura a monte come lungo la rete di distribuzione commerciale a valle.

Mise, *Position paper*, 2015

Il Mise dovrebbe pubblicare a breve un documento di visione su Industria 4.0. – di cui sono uscite alcune anticipazioni - una sorta di road quale base per la elaborazione di una strategia di azione con specifici interventi.⁴⁴

La RIS3 nazionale e del Piano Nazionale della Ricerca, in attesa di approvazione definitiva, contengono all'interno delle proprie strategie "fabbrica intelligente" e "industry 4.0".

La Commissione attività produttive della Camera dei deputati il 2.2.2016 ha dato avvio di una Indagine conoscitiva su "La rivoluzione industriale 4.0: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali",

⁴³ S.Firpo, Industry 4.0. le priorità del Governo per una nuova strategia 2016, 5.1.2016, agenda digitale.eu

al cui interno la Conferenza delle Regioni e delle Province autonome ha elaborato un *Documento di posizionamento Fabbrica 4.0* (21.3.2014).

8. Promuovere Industria 4.0 nelle politiche regionali

8.1.

La **strategia Industria 4.0**, dovrebbe consentire il passaggio ad una economia digitale e recuperare il gap di competitività rispetto ai paesi concorrenti: si tratta di introdurre l'utilizzazione di alcune tecnologie non solo ai fini dell'incremento della produttività e di valore aggiunto, ma anche la promozione di nuovi modelli di business.

E' una strategia che ha due modelli di riferimento, quello originario tedesco – e quindi europeo – ed uno americano: “entrambi puntano alla integrazione tra macchine, oggetti e persone (queste ultime nella veste di lavoratori e consumatori) nel nuovo concetto di cyber-fisico che pervade la fabbrica, la supply chain e l'intera società. (..) Le differenze sostanziali: mentre l'Europa si propone di ottimizzare il settore manifatturiero, nel caso degli Usa gli obiettivi di ricerca puntano a migliorare anche (e soprattutto) le attività dei servizi ovvero il sistema economico nel suo complesso”.⁴⁵

Pertanto la strategia ha una attenzione per il settore manifatturiero nella sua globalità, anche nei c.d. settori tradizionali, oltre che nell'ambito dei servizi: specifiche tecnologie consentono di incrementare la capacità di realizzare produzioni customizzate (il c.d. *on demand manufacturing*) “dove prodotto può essere persino noleggiato perché il vero valore aggiunto diventa il servizio e la remunerazione si basa sulla prestazione”.

Le fabbriche del futuro sono descritte come spazi capital intensive attraversati e infrastrutturati da flussi di dati e informazioni *da* e *per* il mercato, con volumi ridotti e più armonicamente inserite nel territorio. Non saranno grandi bacini di forza-lavoro. La loro rilevanza risiederà del farsi motore dei processi generativi di conoscenze che dovranno determinare una crescita e diffusione del sapere in cui accorciare la filiera tra ricerca applicata, innovazione e quindi progettazione-produzione-distribuzione-consumo (integrando in modo più efficace sapere codificato e sapere contestuale).

In tal senso, nel paradigma di Fabbrica 4.0. si possono individuare alcune cose già esistevano nel modello di specializzazione italiana (specializzazione flessibile della organizzazione distrettuale) per cui siamo in presenza, pur in presenza di discontinuità profonde riguardanti la forma e la organizzazione di fabbrica come sviluppo e affinamento del post-fordismo (“aumentato”); dall'altro la conseguente rivoluzione che ne consegue, rappresenta una novità a cui ci dobbiamo preparare.⁴⁶

Sul piano della organizzazione del lavoro, si riduce la distanza tra l'operaio e l'ingegnere, si parla di artigiani-ingegneri: l'operaio dovrà essere più ingegnere e l'ingegnere più operaio, in alcuni casi anche con inversioni di ruolo.⁴⁷

Tale strategia non riguarda solo le grandi imprese: coinvolge il tessuto di PMI che si posiziona lungo la supply chain, riguarda anche il tema dell'offerta di tecnologie, sia in termini di conoscenze sia in termini di prodotti.⁴⁸

⁴⁵ Torino Nord Ovest, 2015

⁴⁶ De Vico, Sindacato futuro in Industry 4.0, 2016

⁴⁷ Alla FCA (ex Fiat) di Pomigliano o a Melfi, sulla nuova linea, ogni operaio e ogni posto di lavoro hanno un proprio iPad fisso, collegato al sistema centrale. In questi stabilimenti ci sono delle macchine che ad esempio contano quanti bulloni sono stati usati sulle cinture di sicurezza, e se le operazioni svolte non sono corrette il sistema blocca tutto.

⁴⁸ Il sistema delle PMI artigiane “ha oramai da anni ibridato i propri processi produttivi con il mondo dei makers, accostando tecnologie digitali e sapere fare artigiano e producendo risultati di grande rilievo. L'incontro tra artigiani e maker disegna uno

La strategia richiede, sul piano della R&S e delle competenze derivate, un necessario un pensiero e una azione di carattere interdisciplinare, in quanto le tecnologie di riferimento sono molteplici e devono interagire tra di loro: questo riguarda a discendere la formazione sia tecnica sia universitaria.

8.2.

Le potenzialità di sviluppo oggi presenti sul territorio regionale, come sistema integrato della produzione, della formazione, della conoscenza, consentono di definire una agenda coerente con la Strategia Industria 4.0.

L'analisi dell'Irpet fotografa una realtà produttiva variegata, con una maturità rispetto ai target di riferimento (e pertanto di posizionamento competitivo) altrettanto diversificata.

La Regione può orientare le proprie politiche e gli strumenti di intervento in direzione dell'attuazione e implementazione della Strategia 4.0 che è ampiamente contenuta nelle scelte e negli indirizzi che la Regione ha adottato nella Strategia sulla Smart Specialisation.

All'interno della riorganizzazione delle catene del valore delle produzioni, anche in Regione Toscana è verificabile la caratterizzazione – per alcune componenti e per alcuni specifici settori – di ambiti territoriali in cui poter posizionare la testa e lo sviluppo progettuale di cicli produttivi, cioè dove si disegnano i nuovi prodotti e si governano reti produttive sempre più ampie grazie alla presenza di disponibilità di competenze di conoscenze e di vision.

Gli strumenti di intervento già presenti vanno orientati e focalizzati su investimenti finalizzati alla digitalizzazione della produzione secondo il paradigma della Strategia 4.0.

scenario, assai solido nei numeri e nelle prospettive, di digitalizzazione della manifattura complementare al modello tedesco” (Cesare Fumagalli, Segretario Generale **Confartigianato**, Audizione Commissione Attività produttive Camera dei Deputati, marzo 2016). Secondo la **CNA** occorre favorire la contaminazione digitale della manifattura e l'innovazione prima di tutto attraverso investimenti in macchinari di avanguardia

APPENDICE

(1)

Fabbrica 4.0 e Smart Specialization Toscana

Premessa e aspetti definitori

L'ambito di fabbrica 4.0 coinvolge direttamente le prime due priorità tecnologiche della RIS3 della Toscana:

- ICT-Fotonica-robotica;
- Fabbrica intelligente.

Per natura i due macro-ambiti sono strettamente interconnessi ma anche nel percorso di partecipazione attivato dalla Regione Toscana nonché nelle roadmap emerse dai poli di innovazione e dai distretti tecnologici - e validate in consessi partecipativi più ampi (processo di scoperta imprenditoriale) - emergono forti complementarità che finalizzate opportunamente sul tema della fabbrica 4.0 rivelano un potenziale di sviluppo di estremo interesse sul territorio.

ICT-FOTONICA - In questo ambito prioritario sono ricomprese le discipline afferenti alle tecnologie per l'informazione e le telecomunicazione (ICT) oltre che alle tecnologie elettro-ottiche e fotoniche (Fotonica).

ICT: Ai fini delle strategie regionali di smart specialisation per ICT si intende un complesso interrelato di scienze, metodologie, criteri, tecniche e strumenti, atti a potenziare le attività relative alla raccolta, trasmissione ed elaborazione dei dati, alla creazione di informazioni e di conoscenza, all'assunzione ed adozione delle decisioni. Secondo questa accezione le ICT non rappresentano necessariamente una tecnologia, né un insieme di tecnologie differenti; più propriamente un sistema di tecnologie che convergono tra di loro alle finalità sopra indicate.

FOTONICA: Fotonica è riconosciuta come la disciplina che riguarda l'ideazione, la progettazione e lo sviluppo di dispositivi o componenti che emettono, elaborano o rilevano la luce intesa, sia come onda elettromagnetica, che come flusso di fotoni (quanti di luce). I dispositivi fotonici sono solitamente «microsistemi» (sensori e fibre) che vengono poi inseriti in altri strumenti più complessi aumentandone le prestazioni.

Visto l'alto livello di compenetrazione e le complementarità tra ICT e Fotonica, nelle accezioni sopra riportate, rientra in questo ambito prioritario anche l'optoelettronica. Questa nasce dall'integrazione delle metodologie dell'ottica classica (lenti, obiettivi, fibre ottiche) con le tecnologie elettroniche per la realizzazione di un'ampia gamma di componenti e dispositivi, che vanno (a titolo di esempio) dai laser ai sistemi di illuminazione, dagli strumenti per l'imaging biomedicale ai sensori di inquinanti, dai microscopi di nuova generazione per l'indagine atomica agli strumenti satellitari per l'esplorazione spaziale

FABBRICA INTELLIGENTE - L'ambito prioritario legato alle tecnologie per la Fabbrica Intelligente si rivolge alle tecnologie dell'automazione, della mecatronica e della robotica. Ai fini degli obiettivi della strategia di smart specialisation queste tre discipline concorrono in maniera integrata a sviluppare soluzioni tecnologiche funzionali all'automazione dei processi produttivi, in termini di velocizzazione, sicurezza e controllo, della sostenibilità ed economicità degli stessi, nonché dell'estensione della capacità di azione.

AUTOMAZIONE - Per "automazione" si intende lo sviluppo di sistemi, strumentazioni, processi ed applicativi che consentono la riduzione dell'intervento dell'uomo sui processi produttivi. L'automazione in tal senso si realizza mediante soluzioni di problemi tecnici legati all'esecuzione di azioni in maniera ripetuta, nella semplificazione di operazioni complesse, nell'effettuazione di operazioni complesse in contesti incerti e dinamici con elevato livello di precisione. Il concetto di automazione assume un carattere estensivo di integrazione di tecnologie e di ambiti applicativi (dal laboratorio, alla fabbrica intelligente), mantenendo il focus sul controllo automatico dei processi.

MECCATRONICA - La “meccatronica” è una branca dell’ingegneria che coniuga sinergicamente più discipline quali la Meccanica, l’elettronica, ed i sistemi di controllo intelligenti, allo scopo di realizzare un sistema integrato detto anche sistema tecnico. Inizialmente la meccatronica è nata dalla necessità di fondere insieme la meccanica e l’elettronica, da cui il nome. Successivamente l’esigenza di realizzare sistemi tecnici sempre più complessi ha portato alla necessità di integrare anche le altre discipline per applicazioni industriali robotiche e di azionamento elettrico.

ROBOTICA - Come ramo della cibernetica rivolto alle tecniche di costruzione (ed i possibili ambiti di applicazioni) dei robot, la robotica è la disciplina dell’ingegneria che studia e sviluppa metodi che permettano a un robot di eseguire dei compiti specifici riproducendo il lavoro umano. La robotica moderna si è sviluppata perseguendo principalmente a) l’autonomia delle macchine; b) la capacità di interazione/immedesimazione con l’uomo e i suoi comportamenti.

Sotto articolazione delle priorità tecnologiche (estratto Allegato (A) bandi RSI, e Distretti Tecnologici)

ICT E FOTONICA

- Ingegneria dei componenti e sistemi (dispositivi/manufatti/processi) integrati avanzati e intelligenti;
- Internet del futuro, infrastrutture tecnologie, reti piattaforme, hardware;
- Servizi applicativi e soluzioni web based, internet delle cose e dei servizi;
- Tecnologie e gestione dell’informazione;
- Creatività digitale;
- Microelettronica e fotonica;
- Ottica, elettro-ottica;
- Altri ambiti ICT-Fotonica.

FABBRICA INTELLIGENTE

- Automazione industriale;
- Robotica e ambienti di vita assistiti;
- Meccatronica;
- Tecnologie per un uso efficiente dell’energia nei processi produttivi;
- Tecnologie sostenibili in industrie ad alta intensità energetica;
- Creazione di nuovi modelli ed organizzazioni di impresa sostenibili;
- Altri ambiti fabbrica intelligente.

Le due priorità della S3 in Toscana

ICT - Fotonica in Toscana

L'ambito tecnologico ICT e Fotonica in Toscana esprime molteplici asset sia in termini di competenze tecnologiche che di eccellenze scientifiche.

In merito alla componente imprenditoriale, l'ICT in Toscana presenta oltre 8.500 imprese (dati registro imprese e ISTAT ASIA 2010, riferiti alle imprese produttrici di beni e servizi del settore ICT secondo la corrente definizione OCSE), con oltre 38.000 addetti. Il tessuto imprenditoriale dell'ICT toscano è costituito in prevalenza da piccole e microimprese, con elevato dinamismo e capacità di innovazione, ma con insufficienti risorse umane ed economiche per attivare una strategia di crescita su un mercato dove acquista sempre più peso la quota internazionale.

La struttura dimensionale è mediamente ridotta (il 90% delle imprese ha meno di 10 addetti), ma il comparto presenta alcune differenziazioni: le imprese ICT industriali hanno una dimensione piuttosto elevata (oltre 1/3 degli addetti sono occupati in grandi imprese), mentre nei servizi si ha una forte prevalenza di piccole imprese (oltre a una quota elevata di addetti in grandi imprese, dovuta alla presenza di grandi operatori della telefonia). Un'altra caratteristica del sistema ICT toscano è il fatto che le poche aziende di dimensione medio-grande sono per lo più system integrator, con competenze che spaziano su molti settori.

In merito alla fotonica, in Toscana è rilevabile una concentrazione unica di competenze di alto livello tecnologico e di ricerca nei settori dell'optoelettronica, dell'ottica industriale e della fotonica, rappresentata da imprese hi-tech operanti nelle applicazioni di tali tecnologie in campo industriale, aerospaziale, biomedicale e per i beni culturali, nonché direttamente coinvolte nella produzione di componenti e dispositivi ottici ed optoelettronici, a cui si affianca una concentrazione, altrettanto peculiare a livello nazionale, di elevate competenze scientifiche e tecnologiche, espresse dai centri della ricerca pubblica, presso il CNR e le Università Toscane.

Fabbrica intelligente in Toscana

Il comparto della Fabbrica Intelligente in Toscana, rappresentato dagli ambiti sopra richiamati, esprime competenze tecnologiche sia sul fronte Impresa che dal lato della Ricerca. La compagine impresa occupa circa 27 930 addetti, in 1830 unità locali e 1655 imprese, di cui circa 1570 con sede legale in Toscana. Da un punto di vista organizzativo le imprese che operano in tecnologie per la Fabbrica Intelligente presentano una struttura dimensionale maggiormente elevata rispetto al resto dell'industria manifatturiera toscana. Un terzo degli addetti è impiegato in imprese di grandi dimensioni oltre 250 addetti (media settore manifatturiero toscano del 17%) e solo il 13% in imprese sotto i 10 addetti (media toscana del 53%).

L'andamento occupazionale ha mostrato una forte vitalità. Nel periodo 2004-2010 gli addetti sono cresciuti del 14% un valore superiore alla media degli addetti toscani (7%) e soprattutto in controtendenza rispetto agli andamenti occupazionali dell'industria manifatturiera (la cui occupazione si è ridotta del 10% nel periodo).

Le imprese dell'ambito tecnologico Fabbrica Intelligente sono caratterizzate da:

- alta propensione alle esportazioni (oltre quattro imprese su 10 esportano);
- elevata produttività (il doppio della media regionale);
- buon radicamento territoriale (il 55% delle imprese ha sede in Toscana);
- elevata dimensione media.

Altre caratteristiche delle imprese del comparto sono attinenti ad elevati valori medi della produzione (anche in conseguenza di dimensioni d'impresa più alte), una incidenza del costo del personale in linea con la media regionale, buoni risultati operativi, alti livelli di immobilizzazioni sia materiali che immateriali e un alto livello di patrimonializzazione.

Dai dati di bilancio emerge inoltre una incidenza dei costi di ricerca più elevata della media regionale, anche rispetto agli altri due ambiti tecnologici, buoni risultati di ricerca, come evidenziato dai diritti sui brevetti ed una esposizione finanziaria più lieve rispetto alla media regionale e agli altri ambiti tecnologici.

L'export (4900 milioni di euro nel 2012) è, rispetto alla media toscana, rivolto in misura minore ai mercati europei e orientato maggiormente ai mercati medio-orientali, asiatici e del Pacifico. A questo dato contribuisce il fatto che i prodotti maggiormente esportati siano macchinari per le attività estrattive ed energetiche, rivolti a mercati ricchi di materie prime. Alta è anche la domanda di beni strumentali in tali mercati emergenti e in via di industrializzazione.

Le esportazioni dell'ambito Fabbrica intelligente presentano una migliore dinamica delle esportazioni nell'ultimo decennio, soprattutto a partire dal 2005. Esse inoltre mostrano una migliore prestazione nell'ultima fase congiunturale, in particolare nel 2012. In merito agli andamenti occupazionali il comparto delle tecnologie per la fabbrica intelligente è caratterizzato da una dinamica occupazionale mediamente migliore rispetto al resto dell'economia regionale. Nel periodo 2004-2010 gli addetti sono aumentati del 14%, a fronte di un aumento medio del 2,9% in Toscana. Si tratta di una crescita dovuta essenzialmente alla fase pre-crisi, in cui gli addetti sono aumentati di quasi 19 punti percentuali. Nel periodo successivo l'ambito tecnologico subisce gli effetti della recessione, con una diminuzione di addetti in linea con la media regionale. La crescita complessiva dell'ambito è stata polarizzata, con le realtà imprenditoriali più grandi che hanno mostrato maggiori aumenti occupazionali.

Negli ultimi anni le imprese dell'ambito tecnologico hanno mostrato andamenti in linea con la media regionale. Se da un lato le imprese che hanno incrementato occupazione sono il 26% del totale (contro la media toscana del 34%), la maggior parte delle imprese ha mantenuto occupazione (il 37% delle imprese), mentre il numero delle imprese che hanno ridotto occupazione è del 37% (contro la media regionale del 39%).

Swot Analysis di comparto

Punti di forza	Punti di debolezza
<ul style="list-style-type: none"> - Presenza in Toscana di aziende altamente innovative, in alcuni casi leader nazionali e/o in crescita (settore Cloud), in grado di competere sui mercati internazionali (Media-Beni culturali, Aerospazio, Robotica, IoT, Territori Intelligenti). - Presenza di un sistema della ricerca di eccellenza. - Presenza di infrastrutture territoriali (Cloud) - Elevato impatto nel settore manifatturiero del made in Italy in Toscana e a livello internazionale (Cloud) - Mercato potenziale molto ampio - Presenza di notevoli competenze in ambito Open Source e Open Data per lo sviluppo di una offerta differenziata e competitiva 	<ul style="list-style-type: none"> - Frammentazione del tessuto produttivo (poche aziende di grandi dimensioni in grado di fare da traino) - Necessità di costruire percorsi per favorire l'accesso sistematico al mercato internazionale - Carenza di capitale umano e di risorse necessarie ad incrementare fortemente la produzione - Carenza di competenze manageriali - Difficoltà di interazione con i centri di ricerca. - Forte dipendenza dai budget pubblici (Aerospazio)
Opportunità future	Minacce future
<ul style="list-style-type: none"> - Forte crescita a livello internazionale (Cloud, IoT, Robotica). - Forti investimenti pubblici in ricerca e sviluppo (Cloud, IoT, Aerospazio, Robotica). - Rafforzamento del posizionamento toscano nel settore - Incremento dell'occupazione - Forte ricaduta sui settori produttivi (differenziazione e riduzione costi di produzione) - Possibilità di utilizzare strumenti di partenariato pubblico-privato (es. pre-commercial procurement) 	<ul style="list-style-type: none"> - Grande competizione e fermento in tutti i settori, con ingresso continuo nel mercato di nuovi competitor (soprattutto Cloud, IoT, Aerospazio, Media-Beni culturali) - Acquisizioni di idee e imprese da parte di grandi gruppi stranieri con conseguente delocalizzazione - Riduzione progressiva dei budget degli enti pubblici (che indice soprattutto nei settori Aerospazio, IoT)

Roadmap

Di seguito un prospetto sinottico con le roadmap afferenti a fabbrica 4.0 elaborate dal Polo di innovazione ICT in fase di definizione della RIS3 (dettagli in appendice)

Roadmap (titolo)	Ordine di priorità (scala 1-5)	Tecnologia implementata	Settore/ambito di applicazione	Ambito tematico di riferimento (5 ambiti tematici del documento regionale)
Sistemi Cloud avanzati a supporto delle imprese manifatturiere, SMB cloud (small and medium size businesses cloud)	5	Sistemi di smart cloud. Tecnologie di Cognitive computing, smart cloud, cloud optimization, service composition, dynamic SLA	SMB cloud per imprese manifatturiere nell'ambito della moda e del made in Italy.	Smart manufacturing
IoT - Internet of Things	4	RFID Wireless Sensor Networks Cloud Computing Open Source Embedded systems Data Analysis	Smart City Domotica Smart Grid Green ICT	Territori Intelligenti (prevalente) Energia
Automazione dei processi industriali	4	Robotica industriale Automazione	Trasversalmente a tutti i settori (prevalentemente e manifatturieri) grazie ad un efficientamento dei processi produttivi	Smart Manufacturing

Di seguito, sempre in riferimento allo sviluppo di Fabbrica 4.0 in Toscana, si riportano le roadmap di RSI elaborate con il concorso di tutti i Poli di innovazione e a seguito del processo di partecipazione (estratto RIS3 Toscana DGR n.1018/2014):

ICT-FOTONICA

Roadmap di Ricerca industriale:

- Internet of the things and services (prodotti e servizi intelligenti);
- Fotonica ed ICT per applicazioni medicali, industriali, civili (componenti ottici e fotonici; dispositivi medici per la diagnostica, la mini-invasività la deospedalizzazione, ageing & well being; sensoristica e microspie avanzate, fibra ottica, infomobilità e sicurezza);

Roadmap di Innovazione:

- Piattaforme e servizi per l'industria ed il trasferimento tecnologico (cloud computing, business intelligence, smart manufacturing);

FABBRICA INTELLIGENTE

Roadmap di Ricerca industriale:

- Sviluppo soluzioni di automazione e mecatronica per il sistema manifatturiero;
- Sviluppo soluzioni energetiche (filiera geotermica, dispositivi di controllo elettronico, sistemi di accumulo elettrico-chimico-meccanico, sistemi di monitoraggio e sensoristica avanzata...);
- Sviluppo soluzioni robotiche multisetoriali (embedded systems, soluzioni per l'ambiente, processi produttivi, agricoltura, sanità);

Roadmap di Innovazione:

- Processi ecosostenibili (riduzione consumi idrici, soluzioni gestione acque reflue, abbattimenti consumi energetici, efficienza energetica dei dispositivi e dei manufatti, soluzioni di infomobilità e logistica intermodale, smart grid and storage...);
- Soluzioni di progettazione avanzata (design for disassembling and for dismantling, ambient intelligence, filiera del recupero della materia, revamping e retrofitting...)

(2)

World Economic Forum

The Future of Jobs

**Employment, Skills and Workforce Strategy
for the Fourth Industrial Revolution**

Capitolo 1
Nota di sintesi

Premessa

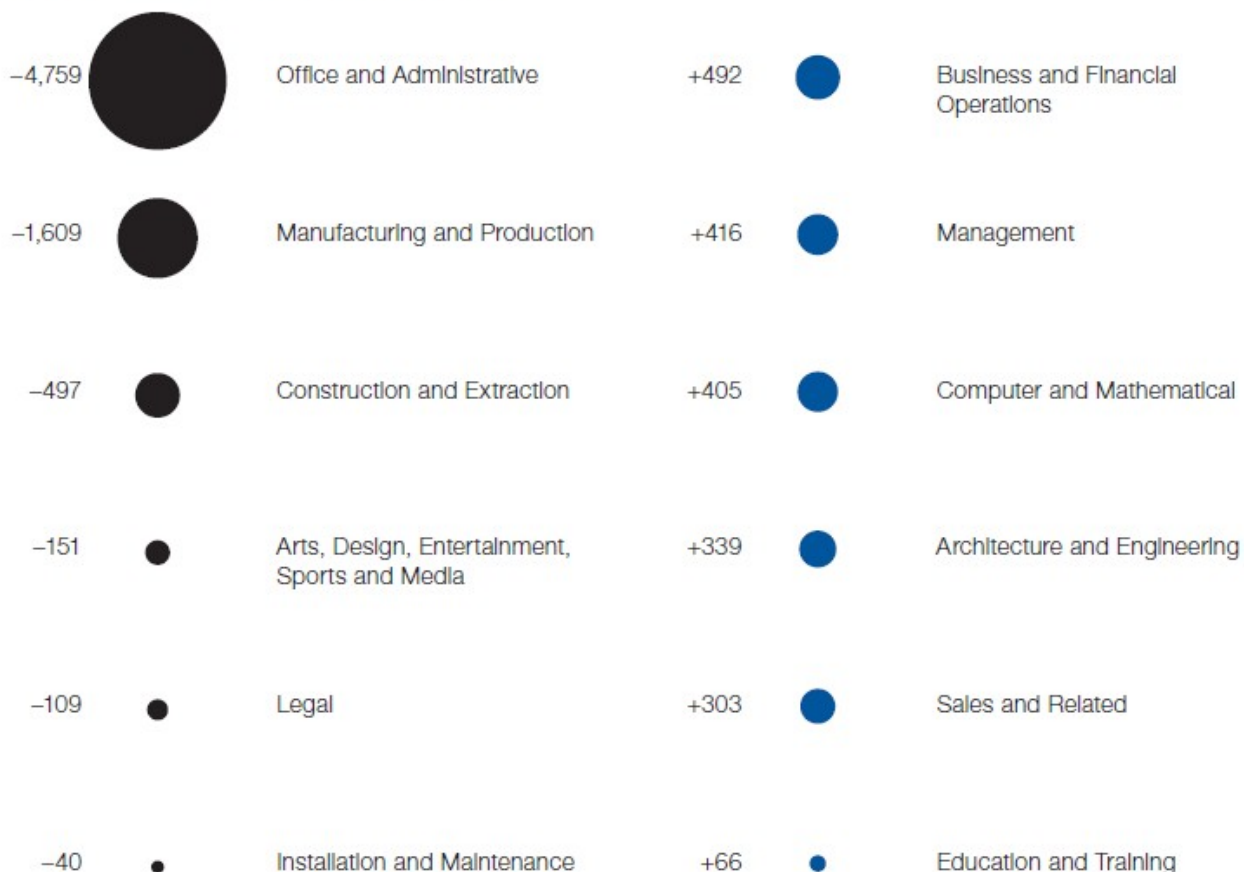
Il rapporto del World Economic Forum, **Il futuro dei lavori. Occupazione, competenze e strategia della forza lavoro per la quarta rivoluzione industriale** (gennaio 2016) costituisce uno strumento per comprendere l'impatto della quarta rivoluzione industriale sui livelli occupazionali, sui set di competenze e sui modelli di reclutamento. Si fonda su un'indagine, svolta chiedendo ai responsabili delle risorse umane dei principali datori di lavoro a livello mondiale - 371 imprese, che rappresentano più di 13 milioni di dipendenti in 9 settori delle 15 principali economie sviluppate ed emergenti - di immaginare come cambierà il lavoro nei loro settori di qui al 2020.

Nei paesi coperti dal rapporto, le tendenze attuali potrebbe portare a una perdita complessiva di 7,1 milioni di posti di lavoro - due terzi dei quali sono concentrati nei settori dei colletti bianchi (lavori d'ufficio e amministrativi) - e a un guadagno totale di 2 milioni di posti di lavoro, nei campi relativi all'informatica, alla matematica, all'architettura e all'ingegneria, con un **impatto occupazionale netto di oltre 5,1 milioni di posti di lavoro persi** nel mercato del lavoro nel periodo 2015-2020.

Con riferimento ai ruoli legati al **settore manifatturiero**, complessivamente in declino, si attribuisce alla **tecnologia** un buon potenziale di **riqualificazione, riconversione e miglioramento della produttività, piuttosto che di mera sostituzione.**

La tabella che segue riporta, in migliaia, le prospettive di occupazione netta, per macrosettore:

Net employment outlook by job family, 2015–2020
Employees (thousands, all focus countries)



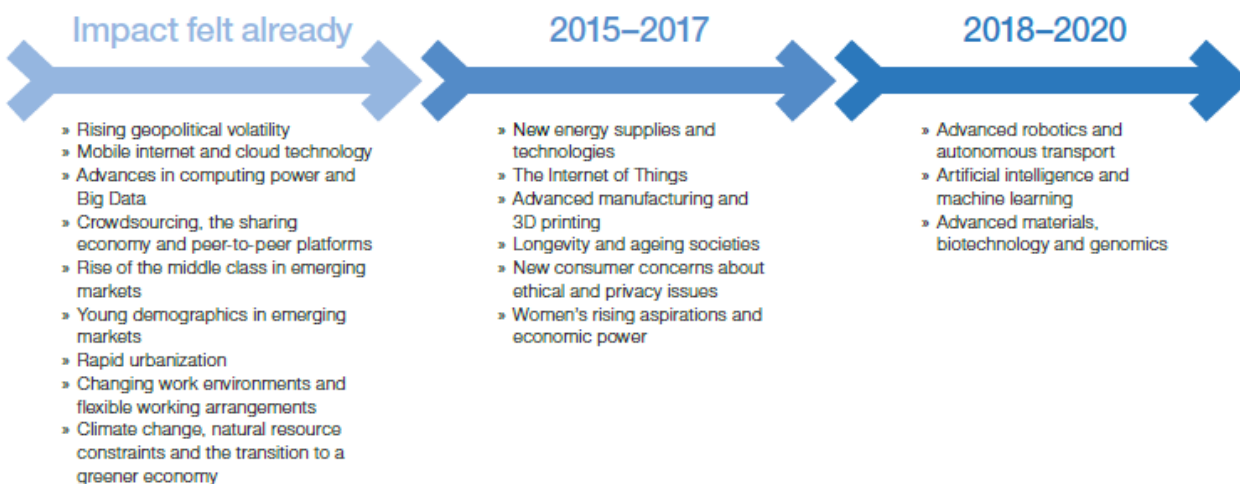
1. I motori del cambiamento

Gli intervistati si aspettano che entro i prossimi 5 anni i seguenti fattori provocheranno un mutamento complessivo nel mondo del lavoro (il che manifesta l'urgenza di un'azione adattativa oggi):

1. **Fattori tecnologici:** gli sviluppi in settori precedentemente irrelati come l'intelligenza artificiale e l'apprendimento automatico, la robotica, le nanotecnologie, la stampa 3D, la genetica e biotecnologia si stanno ora amplificando l'un l'altro e confluiscono nella costruzione di sistemi intelligenti - case, fabbriche, aziende agricole o intere città - che risolvono problemi che vanno dalla gestione della filiera logistico produttiva ai cambiamenti climatici.
2. **Fattori economici, geopolitici e demografici:** tra questi, la longevità, l'ascesa della classe media nei mercati emergenti, la rapida urbanizzazione, i cambiamenti climatici e le spinte verso una *green economy*, la sensibilità dei consumatori verso le questioni etiche e a quelle relative alla *privacy*, nonché il cambiamento, anche in termini delle nuove forme di flessibilità, degli ambienti di lavoro.

La tabella che segue riporta la scansione temporale dell'impatto di tali fattori

Timeframe to impact industries, business models



2. Lavori nuovi ed emergenti

La ricerca ha esplicitamente chiesto agli intervistati quali categorie di lavoro e funzioni emergenti diventeranno di fondamentale importanza per la loro industria, di qui al 2020. Tre tipi di lavoro si distinguono per la frequenza e la coerenza con cui sono stati menzionati in tutti i settori e aree geografiche:

1. **gli analisti di dati**, da cui le aziende si aspettano un aiuto a dar senso e a utilizzare le informazioni generate dall'enorme mole di dati messi a disposizione dagli strumenti informatici
2. **i rappresentanti di vendita specializzati**: tutti i settori ne avranno bisogno per diventare abili nella commercializzazione - spiegando le loro offerte ai clienti, che si tratti di imprese, enti privati consumatori - sia a causa della natura tecnicamente innovativa dei prodotti stessi che a causa di nuovi obiettivi dei clienti, con i quale l'azienda non ha ancora familiarità, o entrambi.
3. **i senior manager** in settori diversi come l'energia, i media, l'intrattenimento e l'informazione, per guidare le aziende a attraversare con successo gli imminenti cambiamenti.

3. I cambiamenti in termini di facilità di reclutamento

La maggior parte dei ruoli strategici e specialistici nelle **famiglie dei posti di lavoro legati a informatica, matematica, architettura e ingegneria** sono già percepiti oggi come difficili da reclutare e, con poche eccezioni, la situazione è destinata a peggiorare in modo significativo nel corso del periodo 2015-2020.

a. Instabilità delle competenze

In questo nuovo contesto, i rapidi cambiamenti nei modelli di business si traducono in un impatto quasi simultaneo sui set delle competenze richieste: ad esempio, novità tecnologiche quali la robotica comportano non la completa sostituzione di posti o categorie di lavoro, bensì la rapida ridefinizione dei set di competenze richiesti per uno stesso profilo professionale, entro un contesto tecnologico improvvisamente evoluto.

In media, **nel 2020, più di un terzo dei set di competenze di base della maggior parte delle occupazioni sarà composta da competenze che non sono ancora considerati cruciali** per il lavoro oggi, secondo gli intervistati.

La crescente ubiquità di **Internet mobile**, combinata con l'avvento di **Internet delle cose** promette di trasformare la routine quotidiana di molti ruoli dei **settori manifatturieri**, richiedendo un **livello molto più elevato di alfabetizzazione tecnologica rispetto al passato**. In conseguenza della maggiore automazione in questi campi, i dipendenti avranno maggiori responsabilità relative al controllo delle attrezzature e alla capacità di risolvere problemi, così come una più ampia comprensione generale dei processi di lavoro o dell'organizzazione della propria azienda.

Molte professioni tecniche mostreranno una nuova domanda di competenze creative e relazionali

e un alto grado di abilità cognitive.

Tra i lavori che richiedono abilità fisiche, la famiglia di competenze con la domanda più stabile è quella delle competenze tecniche.

Lo scenario previsto è quello di una **domanda di lavoro specialistico, difficile da reclutare**: le industrie della mobilità, ad esempio, si aspettano una crescita dell'occupazione accompagnata da una situazione in cui quasi il 40 % delle competenze necessarie per i lavori chiave nel settore non sono ancora parte delle competenze di base previste oggi.

Allo stesso tempo, i lavoratori in ruoli meno qualificati, soprattutto nelle **attività d'ufficio e amministrative**, nonché le famiglie dei **settori manifatturieri**, potrebbero trovarsi coinvolti in un **circolo vizioso, in cui la bassa stabilità le competenze potrebbe lasciarli nella condizione di essere in esubero e di non ricevere la formazione necessaria a una riqualificazione**, perché il cambiamento dirompente può erodere gli incentivi dei datori di lavoro a investire in tale riqualificazione.

b. La strategia per la futura forza lavoro

Molti degli intervistati sono acutamente consapevoli dei limiti della loro programmazione e dell'inadeguatezza della strategia della propria organizzazione riguardo alla forza lavoro.

Le principali **barriere** ad un altro approccio includono una **mancanza di comprensione** del carattere dirompente dei cambiamenti, i **vincoli di risorse**, le pressioni verso una **redditività a breve termine** e la **mancanza di allineamento tra strategie relativa alla forza lavoro e strategie di innovazione delle imprese**.

Un certo numero di approcci promettenti è sottoutilizzato in quasi tutti i settori industriali. Ad esempio, il concentrarsi su una migliore utilizzazione dell'esperienza accumulata dei lavoratori più anziani, l'apertura alla collaborazione tra imprese, e - approccio chiave - le collaborazioni con istituzioni pubbliche e il settore dell'istruzione.

4. Raccomandazioni per l'azione

Le recenti discussioni circa l'impatto occupazionale della quarta rivoluzione industriale sono state spesso polarizzate tra coloro che prevedono infinite opportunità di lavoro, miglioramenti nella produttività dei lavoratori e liberazione dal lavoro di *routine*, e quelle che prevedono massiccia sostituzione e delocalizzazione del lavoro.

Entrambi sono possibili. Sono le nostre azioni di oggi che determineranno se ci dirigeremo verso massicce delocalizzazioni o verso la comparsa di nuove opportunità.

Durante le precedenti rivoluzioni industriali, spesso sono occorsi decenni per costruire i sistemi di formazione e le istituzioni del mercato del lavoro necessarie per sviluppare su larga scala i principali nuovi set di competenze. Considerati il ritmo e le proporzioni della rottura causata dalla quarta rivoluzione industriale, tuttavia, **questa può non essere un'opzione**: senza un'azione mirata, oggi, per gestire la transizione a breve termine e costruire una forza lavoro con **competenze a prova di futuro**, i governi dovranno far fronte a una sempre crescente **disoccupazione** e alla **disuguaglianza**, e le imprese a una **base di consumatori in contrazione**.

Perché una rivoluzione del talento abbia luogo, i governi e le imprese avranno bisogno di cambiare profondamente il loro approccio alla formazione, alle competenze e all'occupazione, e il loro approccio al lavorare l'uno con l'altro. Le aziende dovranno mettere lo sviluppo del talento al centro della loro strategia per la crescita: **le imprese non possono più essere consumatori passivi di capitale umano ready-made**.

I governi dovranno riconsiderare radicalmente i modelli educativi di oggi. Poiché la questione diventa più urgente, i governi dovranno dare prova di una leadership più audace, attraverso le riforme del mercato del lavoro e dei curricula che in alcune economie sono in ritardo di decenni.

Mentre è chiaro dai nostri dati che il cambiamento epocale è in corso su tutta la linea, la natura di queste previsioni varia a seconda dei diversi settori e delle diverse regioni.

Gli sforzi volti a colmare i divari di competenze avranno sempre più bisogno di essere **declinati territorialmente**. **Ad esempio, lo sforzo per far assumere giovani disoccupati con contratti di apprendistato può essere controproducente**, in alcune categorie di lavoro, se i requisiti di competenze in quella categoria di lavoro sono suscettibili di mutare drasticamente nel giro di pochi anni.

E' quindi fondamentale che una **riforma ampia e a lungo termine dei sistemi di istruzione di base e permanente sia integrata con riqualificazioni specifiche, urgenti e mirate in tutti i settori**. In particolare, la ricerca rileva che ci sono quattro aree con implicazioni a breve termine e tre che sono fondamentali a lungo termine.

Focus immediato

Reinventare la funzione Risorse Umane

Per l'adattamento proattivo degli imprenditori al nuovo panorama dei talenti, **occorre che la funzione Risorse Umane abbia un posto al tavolo delle decisioni**, e impieghi i nuovi strumenti di analisi per individuare le tendenze dei talenti e le lacune di competenze, e fornisca le intuizioni che possono aiutare le organizzazioni a formulare le loro strategie di business, innovazione e gestione dei talenti.

Fare uso di analisi dei dati

Le aziende e i governi dovranno costruire un nuovo approccio alla pianificazione della forza lavoro e alla gestione dei talenti, in cui il ruolo dei dati previsionali dovrà essere centrale.

Diversità di talenti – non ci sono più scuse

Poiché le aziende si aspettano difficoltà di reclutamento per molti ruoli specialistici, entro il 2020, è il momento per un cambiamento fondamentale nel modo in cui i problemi di diversità di talento sono percepiti e le barriere ben note affrontate. La tecnologia e le analisi dei dati possono diventare uno strumento utile per far progredire la **parità** della forza lavoro,

facilitando una valutazione obiettiva, individuando pregiudizi inconsci in annunci di lavoro, processi di reclutamento e comportamenti sul posto di lavoro.

Sfruttare modalità di lavoro flessibili e piattaforme digitali

Poiché i confini fisici e organizzativi del lavoro stanno diventando sempre più labili, le organizzazioni sono costrette a diventare significativamente più agili nel loro modo di pensare la gestione del lavoro e della forza lavoro nel suo complesso. Nei nuovi modelli organizzativi, le aziende saranno sempre più inclini a connettersi e a collaborare in remoto con i liberi professionisti attraverso piattaforme digitali.

Focus più a lungo termine

Ripensare i sistemi di istruzione

La maggior parte dei sistemi di istruzione esistenti sono gravati da due problemi:

- la **dicotomia tra discipline umanistiche e discipline scientifiche** e tra formazione pura e formazione applicata
- il **prestigio attribuito a forme certificate di istruzione terziaria**, piuttosto che all'effettivo contenuto di insegnamento.

Le imprese devono impegnarsi, a stretto contatto con i governi e i fornitori di istruzione, a immaginare un vero programma di studi del 21° secolo.

Incentivare l'apprendimento permanente

In molte economie, l'invecchiamento della popolazione implica che la riforma dei sistemi di istruzione – pur lodevole e necessaria – per rendere gli studenti di oggi meglio attrezzati a soddisfare le future esigenze di competenze, non sarà sufficiente a rimanere competitivi. I paesi in invecchiamento non avranno bisogno solo di apprendimento permanente, ma anche di **riqualificazione dell'intera forza lavoro esistente lungo tutto l'arco della vita**.

I governi e le aziende devono a collaborare di più per garantire che le persone abbiano il tempo, la motivazione e mezzi per cercare opportunità di riqualificazione.

Collaborazione tra imprese e tra pubblico e privato

Data la complessità della gestione del cambiamento, le imprese dovranno rendersi conto che sono strategie necessarie la collaborazione in materia di talento – anche con partnership multisettoriali - piuttosto che la concorrenza,

- le partnership con le istituzioni pubbliche, in particolare con il settore dell'istruzione.

(3)

**SMART SERVICE WELT - Final Report
Recommendations for the Strategic Initiative –
Web-based Services for Businesses**

Marzo 2015

I “prodotti intelligenti” (*smart products*) sono ormai largamente diffusi stante il fatto che nessuna industria o area della vita quotidiana ne è esente poiché ogni ambito viene in qualche modo digitalmente connesso.

Con il termine “prodotti intelligenti” ci si riferisce infatti a oggetti, apparecchiature e macchinari - compreso anche la loro forma/rappresentazione virtuale - dotati di sensori, controllate da softwares e connesse ad internet, ed in generale ai prodotti frutto di Industria 4.0. Industria 4.0 si caratterizza per il confezionamento massivo in lotto di prodotti personalizzati in un ambiente manifatturiero altamente flessibile affiancato dallo sviluppo di processi che permettano l’auto-ottimizzazione, l’auto-configurazione e l’auto-diagnosi.

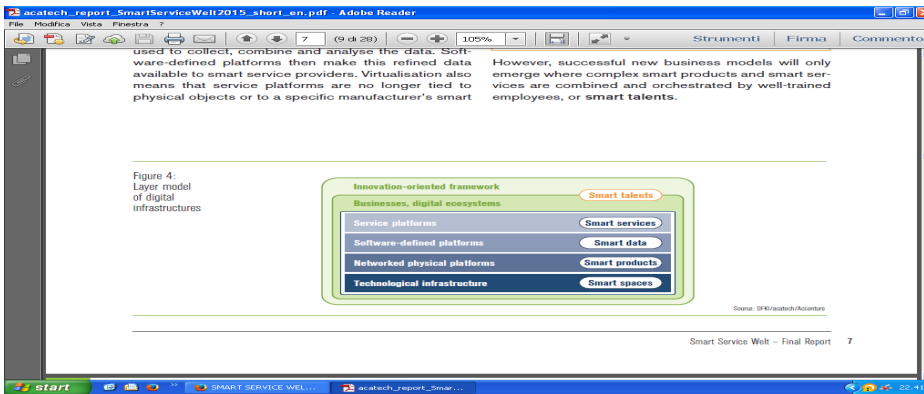
Il Smart Service Welt (Mondo dei Servizi Intelligenti) focalizza la sua visione sulla manifattura (tedesca) costituendo un continuum con quella di Industria 4.0, sebbene i principi e le finalità dalle quali muove e verso cui tende possono applicarsi anche ad altri ambiti.

Nella **fabbrica intelligente**, il singolo cliente ordina/codifica un determinato processo manifatturiero a la filiera ad esso associata. La fabbrica intelligente è capace di creare prodotti intelligenti: oggetti, apparecchiature e macchinari intelligenti e collegati che sottendono servizi garantiti nell’ambito dello Smart Service Welt, che vengono quindi - tali servizi - assemblati in base alle esigenze dell’utente che può quindi ottenere la giusta combinazione di prodotti e servizi adatti alla situazione particolare, ovunque e in qualunque momento. I fornitori di servizi intelligenti (*smart services*) sono quindi chiamati a correlare in modo intelligente grandi volumi di dati (*smart data*) e monetizzare i risultati (ovvero il servizio intelligente).

Questo modello rivoluzionario di attività economica si basa su tre componenti:

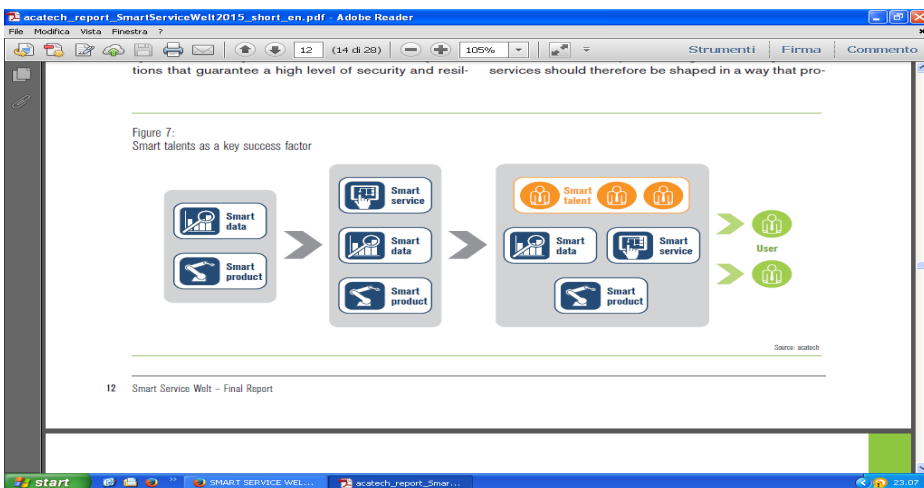
- 1) un ecosistema e un ambiente di mercato digitale
- 2) modalità di pagamento integrati
- 3) identità digitali sicure

Questo passaggio da un modello prodotto-centrico a quello utilizzatore-centrico comporta un cambiamento di paradigma particolarmente doloroso per i fornitori di prodotti di successo. Poiché la maggior parte produttori si troveranno a non avere le competenze in-house per l'esecuzione questo passaggio, i prodotti intelligenti saranno spesso combinati in tempo reale con servizi di terzi su nuove piattaforme digitali per dare luogo ai servizi intelligenti, creando così nuove **infrastrutture digitali** - gli *spazi intelligenti*, (*smart spaces*) ovvero ambienti dove oggetti, apparecchiature e macchinari intelligenti e abilitati ad una connessione internet si connettono l’un con l’altro.



La creazione di piattaforme *software-defined* e piattaforme di servizio - i mercati e gli *app store online* basati su di essi - insieme agli ecosistemi associati, saranno la chiave per competere con successo sul mercato globale.

Tuttavia, nuovi modelli di business di successo emergeranno esclusivamente dove prodotti intelligenti complessi e servizi intelligenti sono combinati e coordinati da risorse umane preparate (con, anche nuovi, skill digitali quali conoscenza di base di elaborazione dati, lavorare in ambienti virtuali e usare assistenti digitali) capaci di lavorare con servizi fisici e digitali integrati, o talenti intelligenti (*smart talent*) e se i produttori di prodotti intelligenti divengono giocatori di un ecosistema di servizi intelligenti inter-aziendali sviluppando nuovi modelli di cooperazione trans-settoriali apportando anche cambiamenti nella gestione, la cultura, nei modelli di collaborazione e di business che potrebbero rivelarsi così profondi da richiedere un completo ripensamento aziendale, piuttosto che mera ottimizzazione dell'organizzazione esistente.



Raccomandazioni generali

L'utente è al centro dei modelli di business basati sui dati dello Smart Servizio Welt.

Le piattaforme digitali perfezionano dati provenienti da prodotti intelligenti e una varietà di altre fonti al fine di costruire un quadro preciso delle preferenze e le esigenze dei singoli utenti e forniscono l'infrastruttura tecnologica per i mercati e gli

ecosistemi. In base alle esigenze, i prodotti e i servizi degli utenti di diversi fornitori vengono raggruppati sulle piattaforme digitali per creare singoli servizi intelligenti.

Il gruppo di lavoro dello Smart Service Welt raccomanda:

1) Una piattaforma per l'implementazione dello Smart Service Welt improntato alle esigenze delle imprese con l'obiettivo primario di istituire e gestire piattaforme digitali pilota che siano laboratori viventi (*living lab*) per ambiti chiave di applicazione indirizzandosi a quanti più campi di applicazione di servizi intelligenti possibile.

I settori prioritari individuati attraverso le piattaforme digitali pilota dovrebbero essere affrontati in modo approfondito in quattro gruppi di lavoro:

- Legislazione e norme
- Sicurezza e Privacy
- Organizzazione e Formazione per il Lavoro
- Quadro di riferimento globale

2) Una Piattaforma di innovazione dello Smart Service Welt orientato alle politiche ed aperto a tutti i portatori di interesse.

Tale piattaforma dovrebbe fungere da moltiplicatore di condizioni che sostengono l'innovazione, la promozione di un dialogo con il pubblico sulle implicazioni economiche della trasformazione Smart Service Welt, così come la conoscenza, il trasferimento e la creazione di consorzi, soprattutto per le PMI.

La piattaforma di innovazione dovrebbe perseguire i seguenti obiettivi:

- facilitare il dialogo tra il governo, le imprese, la comunità di ricerca, le parti sociali e la società civile.
- I settori prioritari dovrebbero essere identificati attraverso questo dialogo continuo, di concerto con l'attuazione piattaforma. La piattaforma di innovazione dovrebbe utilizzare questi per guidare la creazione delle condizioni necessarie per stabilire uno Smart Servizio Welt.
- La piattaforma di innovazione dovrebbe istituire centri di trasferimento che fungono da moltiplicatori per le PMI.

3) Aree di ricerca principali

Sarà necessario che i ricercatori e le imprese lavorino insieme per affrontare una serie di questioni di ricerca urgenti connesse con il Smart Servizio Welt e sviluppare le misure del caso. Le aree principali sono i seguenti:

- la modellazione semantica end-to-end, un'interazione personalizzata e un'analisi dei dati di alta scala ed in tempo reale per servizi intelligenti;
- lo sviluppo di moduli software riutilizzabili, aperti e interoperabili per le piattaforme digitali;
- lo sviluppo e la sperimentazione di modelli commerciali per il funzionamento delle piattaforme digitali e capaci di fornire servizi che su di esse vengono scambiati;
- lo sviluppo urgente, la dimostrazione di sistemi di sicurezza proattive, la sicurezza dei dati e strategie di protezione, insieme a misure mirate per

diffondere la conoscenza sulla sicurezza IT e la sensibilizzazione alle minacce alla sicurezza;

- indagini delle esigenze di formazione nello Smart Servizio Welt e lo sviluppo di mirati modelli di formazione;
- analisi delle opportunità, delle minacce e delle esigenze dello Smart Servizio Welt in termini di come il lavoro e le imprese sono organizzati. Il programma di ricerca del lavoro del governo tedesco "futuro del lavoro" fornisce una base per questo, ma dovrà essere estesa e sviluppata in modo mirato;
- analisi delle tendenze occupazionali, cambiamenti nelle strutture di lavoro e le sfide di organizzazione del lavoro, insieme con la formulazione delle relative strategie di politica del lavoro.