



ASSOLOMBARDA
Confindustria Milano Monza e Brianza



CONFINDUSTRIA
Lombardia

Industria 4.0

POSITION PAPER N°02/2016

A cura di

Area Industria e Innovazione e Centro Studi

Industria 4.0

Il presente Position Paper è stato sviluppato dall'Area Industria e Innovazione e dal Centro Studi di Assolombarda Confindustria Milano Monza e Brianza, in collaborazione con il prof. Tullio A. M. Tolio, Direttore dell'Istituto ITIA - CNR, e con il prof. Carlo Altomonte dell'Università Bocconi.

Si ringraziano per i contributi i componenti dell'Advisory Board "Manifattura 4.0", l'Area Sistema Formativo e Capitale Umano e l'Area Sindacale di Assolombarda Confindustria Milano Monza e Brianza.

L'Advisory Board "Manifattura 4.0", coordinato dal Vice Presidente con delega Sviluppo Manifatturiero e Medie Imprese Andrea Dell'Orto, è composto da:

Diego Andreis <i>(Fluid-o-Tech)</i>	Alfonso Fuggetta <i>(Cefriel)</i>	Alberto Proverbio <i>(Accenture)</i>
Riccardo Bellato <i>(Nitrolchimica)</i>	Michele Gismondi <i>(Artemide)</i>	Alberto Ribolla <i>(Confindustria Lombardia)</i>
Luca Beltrametti <i>(Università di Genova)</i>	Corrado La Forgia <i>(Bosch)</i>	Stefano Scaglia <i>(AFIL)</i>
Roberto Crapelli <i>(Roland Berger)</i>	Mattia Macellari <i>(CATA Informatica)</i>	Andrea Siano <i>(Argos)</i>
Massimo Dal Checco <i>(Sidi Group)</i>	Attilio Magni <i>(Allegro Leprotto)</i>	Marco Taisch <i>(Politecnico di Milano)</i>
Michele Dalmazzoni <i>(Cisco)</i>	Alfredo Mariotti <i>(UCIMU)</i>	Tullio Tolio <i>(ITIA-CNR)</i>
Alessandro Enginoli <i>(Biostrada)</i>	Pietro Palella <i>(STMicronics)</i>	Carlo Vaiti <i>(HPE)</i>
Giuseppe Falco <i>(BCG)</i>	Gregorio Papadia <i>(TIM)</i>	Roberto Vavassori <i>(Brembo)</i>
Francois De Brabant <i>(EY)</i>	Andrea Pieracciani <i>(Federmeccanica)</i>	Gianluigi Viscardi <i>(CFI)</i>
		Roberto Zuffada <i>(Siemens)</i>

Indice Contenuti

INDICE CONTENUTI	5
PREFAZIONE	7
1. LA TECNOLOGIA INDUSTRY 4.0	9
1.1. Introduzione	9
1.2. Come Industry 4.0 può rispondere alle sfide della manifattura italiana	11
1.3. Industry 4.0 e nuovi business model	20
2. LO STATO DI AVANZAMENTO DI INDUSTRY 4.0	23
2.1. La roadmap di Industry 4.0 nel mondo, 2000-2014	23
2.2. La via italiana ad Industry 4.0	24
3. LE AZIONI DI POLICY	29
3.1. Le opportunità di Industry 4.0 per le imprese	29
3.2. La sfida di Industry 4.0 per la politica industriale	33
3.2.1. General Purpose Technology, produttività e contesto di policy	33
3.2.2. Le misure del piano nazionale Industria 4.0: Azioni in numeri	35
3.2.3. Incentivi all'adozione e sostegno all'investimento Industry 4.0: una valutazione	40
3.3. Relazioni industriali	42
3.3.1. Organizzazione del lavoro	42
3.3.2. Lo smartworking: evoluzione delle forme flessibili del lavoro	45
3.4. Sistema educativo	46
3.4.1. Industry 4.0 e nuove competenze: un quadro d'insieme	46
3.4.3. Le politiche per il sistema educativo	51
3.5. Lombardia come polo di competenza e riferimento della manifattura europea e globale	53
3.5.1. I principali soggetti partecipanti al Leadership Council	56

Prefazione

L'evoluzione delle tecnologie digitali pone le imprese di fronte ad un atteso cambio di paradigma che permette anche, e non solo, alle aziende manifatturiere, di realizzare una maggiore inter-connesione e cooperazione tra le proprie risorse e i clienti: sistemi complessi, singole macchine, persone, prodotti e informazioni, sia interni alla fabbrica sia distribuiti lungo la catena del valore.

I risultati principali di questa discontinuità tecnologica sono costituiti da una maggiore efficienza dei processi produttivi e da una maggiore competitività del sistema. Gli impianti, il capitale umano, i materiali in input e i prodotti finiti possono essere dotati di sensori che li connettono e ne rilevano costantemente posizione, stato e attività, aumentandone controllo e remotizzazione; i dati raccolti vengono analizzati per migliorare la capacità produttiva, l'efficienza, la sicurezza e la continuità operativa. Gli operatori sono facilitati nelle loro mansioni grazie a robot collaborativi e a nuove interfacce uomo-macchina che ne potenziano sia la capacità esecutiva sia quella decisionale.

Infine, tutta la fabbrica viene connessa al resto del sistema logistico-produttivo ed ai clienti tramite piattaforme cloud e i dati, relativi all'utilizzo dei prodotti, sono sfruttati per facilitare l'assistenza post-vendita, lo sviluppo di nuovi prodotti e servizi, oltre che per abilitare nuovi modelli di business. La discontinuità cui è chiamata il mondo manifatturiero non è solo rappresentata dalla digitalizzazione delle varie anime della fabbrica, ma anche dal crescente contenuto di servizio a valore aggiunto all'interno del prodotto, che sarà reso possibile dalle nuove tecnologie.

L'elemento attivatore degli investimenti in tecnologie digitali applicate ai processi produttivi risiede primariamente nella necessità di customizzare i prodotti, accorciare la supply chain rendendola più efficiente e ottimizzare la risposta al mercato, migliorando il time to market. Inoltre, l'introduzione di queste tecnologie all'interno dei processi può avere come ricaduta un aumento della produttività.

La dimensione delle imprese italiane, prevalentemente PMI, e la scarsa presenza di filiere strutturate in grado di favorire una diffusione sistemica delle tecnologie richiedono l'attivazione di policy che sostengano una contaminazione orizzontale e diffusa, attraverso la condivisione di conoscenze e la disseminazione pervasiva di skill e competenze 4.0.

Mostrare gli esempi di successo nell'adozione delle tecnologie, l'aumento dell'efficienza dei sistemi e il vantaggio competitivo ottenuto da chi ha fatto investimenti 4.0 e contemporaneamente fornire accompagnamento al processo di trasformazione digitale è l'obiettivo di Assolombarda. È questo lo spirito con cui un'associazione imprenditoriale moderna deve approcciare l'evoluzione tecnologica in atto.

Andrea Dell'Orto

*Vicepresidente di Assolombarda Confindustria Milano Monza e Brianza
con delega allo Sviluppo Manifatturiero e Medie Imprese*

1. La tecnologia Industry 4.0

1.1. Introduzione

Industry 4.0 è la teorizzazione di un paradigma manifatturiero basato sul concetto di “*Cyber Physical System*” (CPS), ovvero sistemi informatici in grado di interagire con i sistemi fisici in cui operano; tali sistemi sono dotati di capacità computazionale, di comunicazione e di controllo.

In Germania, Industry 4.0 è stato promosso dai grandi vendor tedeschi di tecnologie ICT e di automazione, con una logica di tipo “technology-push”, prendendo spunto da aspetti legati alla standardizzazione. Sulla base di tale sollecitazione e con il supporto di consulenti industriali, Industry 4.0 è stata successivamente inquadrata nel contesto più ampio di strategia competitiva tedesca, richiamando il concetto di CPS che era stato presentato qualche anno prima da parte di scienziati americani.

Le potenzialità delle moderne tecnologie informatiche e produttive, unite alla loro maggiore accessibilità, hanno fatto sì che Industry 4.0 si proponesse come la “quarta rivoluzione industriale”. La diffusione del concetto di Industry 4.0 è stata tale e talmente diversificata nei diversi Paesi, ambienti industriali e della ricerca che non ne esiste una definizione univoca. Industry 4.0 è spesso identificato con l'insieme di una serie di tecnologie abilitanti: “Internet of Things” (IoT), Big Data Analytics, Robotica collaborativa, Additive Manufacturing, Digital Factory, ecc. Attraverso tali tecnologie abilitanti, le imprese hanno la possibilità di innovare radicalmente il loro modello di business.

Nel contesto di innovazione manifatturiera italiana, si può affermare che Industry 4.0 abbraccia una importante parte delle tematiche di ricerca e innovazione indicate come prioritarie per il futuro del manifatturiero nazionale e indirizza un numero significativo di “Linee di Intervento” prioritarie, in particolare: strategie per la produzione personalizzata; strategie, metodi e strumenti per la sostenibilità industriale; sistemi per la valorizzazione delle persone nelle fabbriche; sistemi di produzione ad alta efficienza; sistemi di produzione evolutivi e adattativi; strategie e management per i sistemi produttivi di prossima generazione.

Industry 4.0 può rappresentare una grande opportunità per la Manifattura italiana, che più di altre in Europa potrebbe trarne vantaggio; infatti:

- l'Italia eccelle per produzioni customizzate e ad alto valore aggiunto, che richiedono dinamicità e flessibilità produttiva. Le tecnologie di Industry 4.0 potrebbero contribuire significativamente a valorizzare ulteriormente le capacità esistenti;

- l'Italia è la seconda manifattura in Europa (dopo la Germania), con una riconosciuta capacità di integrazione di tecnologie innovative all'interno dei prodotti per fornire soluzioni ad alto valore aggiunto. I produttori dei beni strumentali sono chiamati ad integrare, all'interno di macchine e sistemi, le tecnologie di sensorizzazione, networking ed automazione tipiche di Industry 4.0, al fine di implementare il concetto di CPS e fornire soluzioni integrate utili a soddisfare i bisogni delle imprese, in particolare delle PMI. Se si orientassero verso l'integrazione modulare di soluzioni di diversi vendor, i fornitori di sistemi ed i produttori di beni strumentali italiani potrebbero fornire soluzioni di produzioni 4.0 customizzate particolarmente adatte alle PMI, come alternativa alle soluzioni rigide ed integrate offerte dai competitor tedeschi.
- nel lungo periodo, se si affermassero standard aperti a supporto della interoperabilità tra sistemi di imprese diverse, la struttura industriale italiana - caratterizzata dal maggior numero di micro e piccole imprese a livello europeo - potrebbe beneficiare anche di nuovi strumenti di interconnessione per creare network di imprese estesi anche al di fuori dei confini del Paese, determinando quindi un aumento della competitività anche in presenza di ridotte dimensioni aziendali.

Per sfruttare tali opportunità, però, occorre che la diffusione di Industry 4.0 sia strategicamente indirizzata attraverso una chiara politica industriale, onde evitare il concreto rischio di frammentazione dovuto alla multidisciplinarietà intrinseca dell'argomento ed al grande numero e diverse tipologie di stakeholder che hanno avviato iniziative sul tema.

Guardando all'innovazione manifatturiera degli ultimi anni, si può affermare che Industry 4.0 è più un'evoluzione già in corso da decenni, che una vera e propria rivoluzione improvvisamente abilitata dalla disponibilità di nuove tecnologie. Nei campi della robotica, sensoristica, additive manufacturing, "Digital Factory", sistemi di automazione e controllo, ecc. infatti, il trend verso la digitalizzazione, l'aumento delle performance e l'integrazione delle risorse produttive è in corso da tempo. Di conseguenza, già oggi è possibile implementare, almeno parzialmente, soluzioni innovative "in ottica 4.0" con tecnologie commerciali. Anche in termini di business model e di "paradigm shift" che Industry 4.0 rende possibili, il trend verso la "personalizzazione" e la "servitizzazione" dell'offerta, resi possibili da nuove modalità di gestione e dall'accresciuta intelligenza dei sistemi produttivi, è dibattuto già da diversi anni. Indubbiamente, la recente disponibilità e la sempre maggior diffusione di alcune tecnologie abilitanti Industry 4.0 nella sua interezza (quali ad esempio i sensori miniaturizzati a basso costo), forniscono nuovi strumenti tecnologici e di interconnessione delle risorse manifatturiere che determinano l'accelerazione del trend di adozione delle tecnologie informatiche e di rinnovamento dei modelli di business già in corso.

La strada verso Industry 4.0 va, quindi, inquadrata in un processo già in atto. In particolare, alla luce dell'approccio "technology-push" che ne ha caratterizzato la nascita e lo sviluppo, occorre inserire nel dibattito la logica "market pull". Occorre chiedersi, cioè, quali siano i problemi delle nostre imprese che l'introduzione di Industry 4.0 può contribuire a risolvere e, di conseguenza, quali le opportunità per il sistema Paese. Infine, tale strada deve essere disegnata identificando puntualmente ciò che allo stato dell'arte manca nei vari ambiti tecnologici per arrivare alla realizzazione del paradigma nel suo complesso e per cogliere conseguentemente i vantaggi attesi.

Per questo è necessario addentrarsi nell'analisi dei sotto-ambiti tecnologici che concorrono alla realizzazione di Industry 4.0. Si propone, nel seguito del presente capitolo, un approfondimento su cinque ambiti tecnologici di particolare importanza per l'implementazione di Industry 4.0. Per ciascuno di questi ambiti si identificano le principali sfide che le imprese oggi si trovano ad affrontare, si indicano le risposte che le soluzioni in ottica Industry 4.0 possono già fornire, si segnalano le risposte che la tecnologia potrà fornire nel medio-lungo periodo in seguito alla sua evoluzione e, infine, si indicano i fattori che abilitano l'evoluzione delle tecnologie.

1.2. Come Industry 4.0 può rispondere alle sfide della manifattura italiana

Industry 4.0 è nato come fenomeno “technology-push”, cioè promosso con una visione tecnologica che prende spunto dalle potenzialità che le nuove tecnologie possono offrire. Di conseguenza, si è finora trascurata la visione del mercato, quella cioè che parte dai bisogni e dalle sfide delle imprese, cui le tecnologie possono rispondere. Per contestualizzare Industry 4.0 nel dibattito italiano, si propone di abbracciare la visione “market-pull”, partendo dalla conoscenza delle peculiarità della manifattura del nostro Paese, per definire con chiarezza quali sono i vantaggi che le imprese possono ottenere, nel breve e lungo termine, con l'introduzione del concetto di Industry 4.0. Si considerano nel seguito cinque aree tecnologiche ritenute strategiche per l'implementazione di Industry 4.0:

- Robotica collaborativa
- Controllo e supervisione avanzati del processo produttivo
- “Fabbrica Digitale”
- Internet of Things e Big Data
- Cyber Security

Con lo scopo di introdurre una visione applicativa delle tecnologie abilitanti di tali aree tecnologiche, si identificano per ciascuna di queste le sfide che le imprese manifatturiere devono affrontare, per le quali le tecnologie abilitanti possono fornire risposte. In tal modo, si introduce il legame tra tecnologia abilitante l'Industry 4.0 e la sua concreta utilità per le imprese se effettivamente introdotta in azienda. I vantaggi sono indicati sia nel breve periodo (derivanti dall'applicazione delle tecnologie già a disposizione oggi) che nel lungo periodo (ottenibili cioè quando le tecnologie Industry 4.0 saranno mature). Infine, si indicano i fattori che abilitano lo sviluppo delle tecnologie Industry 4.0 nel lungo periodo. Per ciascuna delle cinque tecnologie abilitanti, si riporta una tabella che riassume i risultati principali di tali analisi critica. In ogni tabella si indica anche il livello di attuale disponibilità dei fattori abilitanti le diverse tecnologie attraverso una notazione di colori: verde se essi sono già disponibili (quindi se le tecnologie sono di fatto acquisibili), giallo se parzialmente disponibili e rosso se ad oggi non disponibili e quindi da realizzare nel prossimo futuro.

Per approfondimenti sulle singole tecnologie abilitanti si rimanda al progetto di ricerca “Approfondimento sulle tecnologie abilitanti Industria 4.0” di Assolombarda Confindustria Milano Monza e Brianza.

Robotica collaborative

I problemi attuali delle aziende	Cosa si può già fare con le tecnologie disponibili sul mercato	Fattori abilitanti	Cosa si potrà fare in futuro grazie all'innovazione	Fattori abilitanti
Coniugare flessibilità e produttività nel rispetto delle norme di sicurezza e della sostenibilità psicofisica da parte dell'operatore	Implementare soluzioni di automazione ibrida ma con preordinata allocazione dei compiti	<ul style="list-style-type: none"> ■ Robot Cooperanti intelligenti 	<ul style="list-style-type: none"> - Soluzioni di automazione totalmente trasparenti per l'operatore - Motion planning e replanning dinamico - Riconoscimento automatico delle intenzioni dell'operatore 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Soluzioni di motion tracking e gesture recognition (ad oggi limitate per costi, robustezza in ambito industriale e aspetti etico/legali associati al tracciamento continuo dell'operatore) ■ Interfacce multimodali naturali evolute ■ Potenza di calcolo ■ Sistemi cognitivi inferenziali
Difficoltà ad automatizzare operazioni attraverso robot perché lo spazio occupato a livello di shop floor sarebbe eccessivo se dedicato (ad esempio carico/scarico)	Implementare soluzioni di condivisione dello spazio di lavoro	<ul style="list-style-type: none"> ■ Robot Leggeri Cooperanti ■ Sistemi di Safety evoluti 	Utilizzare robot con payload medio alto per operazioni pesanti ($\geq 10\text{Kg}$)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Robot pesanti cooperanti ■ Sistemi sensoriali a bordo robot (i.e. safety skin)
Invecchiamento della manodopera, inclusione delle donne nelle fabbriche, lavori usuranti	Utilizzare sistemi di sgravio carico (sia gravitazionale che inerziale)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tecnologie meccatronica attuali ■ Soluzioni di controllo model based 	Indossare esoscheletri industriali	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sistemi sensoriali embedded auto apprendenti per la misura del contesto e del movimento dell'intero corpo umano ■ Sistemi di alimentazione a lunga autonomia ■ Logiche di controllo della collaborazione fisica basate sull'interazione intenzionale ■ Modelli predittivi del comportamento dinamico dell'operatore in task collaborativi ■ Logiche di controllo predittivo

Fabbrica Digitale

I problemi attuali delle aziende	Cosa si può già fare con le tecnologie disponibili sul mercato	Fattori abilitanti	Cosa si potrà fare in futuro grazie all'innovazione	Fattori abilitanti
Simulazione e ottimizzazione della produzione industriale basata sul monitoraggio dei processi e sistemi produttivi	<ul style="list-style-type: none"> - Soluzioni di simulazione a eventi discreti e simulazione continua/di processo sviluppate ad-hoc (richiedendo ingenti costi di acquisto, formazione e gestione) - Modellazione di logiche di produzione in ambiti circoscritti 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Software di simulazione commerciali ■ Sensori a basso costo ■ Reti di comunicazione per l'integrazione di sensori ■ Disponibilità di esperti in grado di realizzare soluzioni 	<ul style="list-style-type: none"> - Mappatura delle strutture dati di sistemi MES e sistemi ERP - Interoperabilità tra i strumenti software multi-vendor - Generazione/aggiornamento automatico (o semi-automatico) di modelli di simulazione - Definizione di complesse logiche di produzione. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Standard aperti ■ Modelli di fabbrica generali, completi e multi-scala ■ Sistemi sicuri e accessibili per la condivisione dei dati ■ Data Analytics per elaborazione dati di monitoraggio
Progettazione integrata di prodotto e processo	<ul style="list-style-type: none"> - Progettazione in CAD 3D - CAM per la generazione di part program - Simulazione di processo 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Strumenti software CAD/CAM commerciali ■ Strumenti software per simulazione NC di processo 	<p>Collegamento completo fra CAD, CAM e generazione di piani di processo eseguibili su risorse produttive definite dall'utente grazie all'integrazione delle informazioni di prodotto e processo con informazioni cinematiche e funzionali delle risorse produttive</p> <p>Definizione in automatico dei costi e dei vincoli di processo in fase di definizione del prodotto</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Soluzioni software per la generazione automatica di piani di processo in vari contesti (CAPP - Computer Aided Process Planning) ■ Integrazione di strumenti di "Design for" nel CAD
Progettazione integrata e collaborativa di impianti produttivi	<ul style="list-style-type: none"> - Progettazione del layout di impianti/sistemi di produzione in ambiente 3D immersivo e collaborativo 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tecnologie di Realtà Virtuale (VR) e Realtà Aumentata (AR) 	<ul style="list-style-type: none"> - Integrazione della progettazione di layout con la valutazione delle prestazioni del sistema produttivo. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Standard aperti. ■ Modelli di fabbrica generali, completi e multi-scala

	- Validazione off-line dei processi manifatturieri limitatamente ad alcune applicazioni (es. robotica)		- Interoperabilità tra i strumenti software multi-vendor	■ Sistemi sicuri e accessibili per la condivisione dei dati
--	--	--	--	---

Controllo e supervisione avanzata del processo produttivo

I problemi attuali delle aziende	Cosa si può già fare con le tecnologie disponibili sul mercato	Fattori abilitanti	Cosa si potrà fare in futuro grazie all'innovazione	Fattori abilitanti
Isole di automazione e sistemi che faticano a dialogare	Collegamento in rete dei sistemi con organizzazione gerarchica e modalità di interazione predefinita	<ul style="list-style-type: none"> ■ Reti industriali a basso costo ■ MES ■ Scada 	Sistemi di automazione "auto-organizzati", composti da prodotti e risorse produttive intelligenti ed autonomi che interagiscono all'interno di architetture decentralizzate	<ul style="list-style-type: none"> ■ potenza di calcolo distribuita a basso costo ■ Algoritmi di controllo distribuiti ad hoc codificati da esperti ■ Standard aperti ■ Algoritmi di controllo distribuiti general purpose
	Soluzioni di integrazione verticali basate su standard proprietari	<ul style="list-style-type: none"> ■ Suite di integrazione proprietarie (dal costo elevato) 	Soluzioni multivendor basate su standard aperti	<ul style="list-style-type: none"> ■ Standard aperti
	<ul style="list-style-type: none"> - Algoritmi di controllo codificati dall'integratore di sistema mediante regole definite ad hoc. - Soluzioni model based ad hoc per 	<ul style="list-style-type: none"> ■ PLC ■ Software di modellazione general purpose usati in applicazioni specifiche ■ Disponibilità di esperti in grado di realizzare soluzioni model-based 	Tecniche di controllo avanzato "model-based" di tipo generale	<ul style="list-style-type: none"> ■ Metodologie e strumenti di modellazione digitale dei dispositivi fisici basate sulla descrizione della dinamica e dei vincoli

	specifiche applicazioni			
Performance sub-ottime del processo produttivo a causa di soluzioni di automazione rigide basate su logiche precostituite	Soluzioni di ottimizzazione ad-hoc mediante progetti dedicati su applicazioni specifiche	<ul style="list-style-type: none"> ■ Industrial PC, soft-PLC, PLC ■ SCADA ■ Disponibilità di esperti in grado di realizzare soluzioni 	Soluzioni di controllo auto-ottimizzanti, in grado di calcolare in tempo reale la strategia di controllo ottimale	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sistemi di automazione in grado di supportare la realizzazione di soluzioni di controllo distribuito model-based
Tempi e costi elevati di sviluppo, gestione e riconfigurazione del sistema di automazione	<ul style="list-style-type: none"> - Virtual commissioning - Integrazione con l'ambiente di simulazione della macchina/ processo 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ambienti di simulazione dinamica di macchina e processo, Industrial PC, soft-PLC, PLC ■ Disponibilità di esperti in grado di realizzare soluzioni 	Analizzare e verificare strategie di riconfigurazione ed ottimizzazione del processo mediante anello chiuso tra automazione ed ambienti digitali	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sistemi di controllo distribuito con interfaccia CPS ■ Machine-learning ed aggiornamenti automatici dei modelli per il controllo e la simulazione
Schedulazione e gestione della produzione con massimizzazione delle performance produttive, impatto e consumo energetico	<ul style="list-style-type: none"> - Valutazione successiva dell'impatto sui consumi energetici della produzione - Analisi ed identificazione di best-practices 	<ul style="list-style-type: none"> ■ MES, EMS ■ Disponibilità di esperti in grado di realizzare soluzioni 	Sviluppare ed integrare software dedicati di schedulazione multi-obiettivo in grado di considerare l'ottimizzazione dei consumi energetici, e più in generale la sostenibilità	<ul style="list-style-type: none"> ■ Strumenti e metodologie di scheduling in tempo reale basate su modello correlato produttività, energia ■ Tecniche di ottimizzazione distribuita
Incapacità del sistema di identificare in automatico problemi e malfunzionamenti	<ul style="list-style-type: none"> - Riprogettazione macchine e sistemi con introduzione di sensori - Diagnosi automatica della macchina in locale 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sensori a basso costo ■ Soluzioni di integrazione a basso costo ■ Carte di controllo e metodi di diagnosi del problema codificati ad hoc ■ Disponibilità di esperti per lo sviluppo applicazioni 		

Internet of Things e Big Data

I problemi attuali delle aziende	Cosa si può già fare con le tecnologie disponibili sul mercato	Fattori abilitanti	Cosa si potrà fare in futuro grazie all'innovazione	Fattori abilitanti
Scarsa integrazione di sistemi IoT nei processi produttivi	<ul style="list-style-type: none"> - Acquisizione di tecnologie IoT (principalmente reti di sensori) e loro integrazione nei sistemi fisici esistenti - Creazione di progetti pilota per l'integrazione di tecnologie IoT in singole fasi della filiera 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tecnologie e dispositivi IoT facilmente integrabili in rete ■ Esperienza e competenze nell'integrazione di tecnologie IoT 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemi di monitoraggio abilitati da IoT integrati sia "verticalmente" (all'interno di una singola fase della filiera) che "orizzontalmente" (su tutta la filiera) - Riconfigurazione dei processi produttivi basati sul monitoraggio costante dello stesso 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sistemi aperti ed interoperabili per l'integrazione dei sistemi di monitoraggio della filiera ■ Standard per la rappresentazione e condivisione dei dati raccolti ■ Sistemi integrati per la raccolta e lo scambio dei dati a livello di filiera ■ Sistemi di riconfigurazione dei singoli elementi della filiera in modo automatico o semi-automatico
Lunghe latenze nello scoprire e gestire difetti in produzione	Integrazione dei dati di monitoraggio rilevati tramite IoT nei sistemi di controllo	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tecnologie per l'integrazione dei dati e sistemi IoT negli attuali sistemi di monitoraggio 	Processi produttivi "zero-defect" con drastica riduzione dei tempi di detection e recovery dai guasti e difetti nel prodotto	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sistemi di calcolo e storage ad alte prestazioni ■ Soluzioni di monitoraggio, analisi dei dati ed intervento in tempo reale per scoprire e correggere difetti
Scarso sfruttamento dei dati disponibili all'interno del processo produttivo e nella filiera	Analisi dei dati generati all'interno delle singole fasi delle filiere	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tecnologie open per l'analisi di Big Data ■ Esperienze e competenze nell'utilizzo ed integrazione di tali strumenti 	Analisi dei dati generati sull'intera filiera	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sistemi di calcolo e storage ad alte prestazioni ■ Tecnologie open per l'analisi di Big Data ■ Sistemi aperti per l'integrazione dell'analisi a livello di filiera ■ Soluzioni per l'analisi di dati proprietari in filiera

				integrate che rispettino i requisiti di ownership e confidentiality degli attori della filiera
Scarsa integrazione della componente servizio nel prodotto fisico	Raccolta ed analisi dei dati sugli oggetti prodotti	<ul style="list-style-type: none"> ■ Integrazione di tecnologie IoT nell'oggetto fisico prodotto ■ Adozione di piattaforme "vendor-specific" per la raccolta ed analisi dei dati durante il loro utilizzo ■ Approccio strategico volto alla identificazione e sviluppo sistematici di servizi a valore aggiunto basati sui dati di prodotto 	Sviluppo di servizi a valore aggiunto come elemento fondante della value proposition	<ul style="list-style-type: none"> ■ Integrazione dei sistemi di raccolta ed analisi dei dati a livello di filiera ■ Integrazione di sistemi IoT e Big Data per la fornitura costante di servizi a valore aggiunto associati al prodotto fisico ■ Sistemi aperti ed integrati di raccolta ed analisi dei dati durante il loro utilizzo
Limitato accesso a filiere produttive complesse e dinamiche			Inserimento di PMI in filiere dinamiche e complesse, formate on-demand per produzioni specifiche con partner internazionali eterogenei	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sistemi aperti e standardizzati per l'integrazione e la condivisione dei dati delle singole PMI nelle filiere ■ Disponibilità di un "cyber market place globale" (cioè un punto di incontro virtuale su Internet) dove le PMI possano descriversi e trovare le filiere e i partner adatti
Limitata ottimizzazione dell'interazione uomo-macchina			Sistemi automatici integrati sui macchinari che capiscano lo stato del	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sistemi cognitivi basati sull'analisi dei Big Data integrati nei macchinari.

			processo produttivo in tempo reale, e si adattano dinamicamente alle interazioni con l'operatore umano	
Scarsa ottimizzazione dei processi di riuso e gestione della fine vita dei prodotti	Tracciamento dell'utilizzo dei prodotti durante la loro vita	<ul style="list-style-type: none"> ■ Integrazione di dispositivi IoT per la raccolta dei dati durante la vita del prodotto ■ Adozione di piattaforme sicure per la raccolta e l'analisi dei dati durante la vita del prodotto 	Gestione ottimizzata del ciclo di vita del prodotto, del suo riciclo, riutilizzo o smaltimento a fine vita	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sistemi integrati ed aperti per il monitoraggio dell'uso dei prodotti ■ Sistemi cognitivi basati su Big Data per capire il modo ottimale di gestione del prodotto a fine vita
Difficoltà a gestire produzioni customizzate e personalizzate sia dal punto di vista del Marketing che della Produzione			"Mass customisation": possibilità di customizzare la singola unità di prodotto per il singolo cliente a costi comparabili a quelli di produzione su grandissima scala	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sistemi automatici per la riconfigurazione del processo produttivo su tutta la filiera e per qualunque volume di produzione, relativamente ad ogni singolo oggetto sulla base delle richieste del cliente ■ Identificazione automatica delle caratteristiche desiderabili dai clienti sulla base dell'analisi di Big Data sul loro comportamento, ed utilizzo di tale conoscenza per la customizzazione della produzione degli oggetti stessi.

Cyber Security

I problemi attuali delle aziende	Cosa si può già fare con le tecnologie disponibili sul mercato	Fattori abilitanti	Cosa si potrà fare in futuro grazie all'innovazione	Fattori abilitanti
<p>Vulnerabilità dei sistemi informatici</p>	<p>Applicazione sistematica di meccanismi di protezione delle varie componenti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Strumenti di protezione capaci di gestire in maniera isolata le molte componenti informatiche della industria 4.0. ■ Managed security services per PMI da parte di società di servizi con maggior competenza e risorse tecnologiche 	<ul style="list-style-type: none"> - Protezione olistica ed integrata dei sistemi ICT (e dei sistemi ad essi collegati) - Protezione dei dati usati durante il ciclo di produzione 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Condivisione dell'informazione ■ Gestione di una difesa in profondità ed in ampiezza ■ Integrazione dei meccanismi di protezione ■ Strumenti di protezione intelligenti che comprendono il livello di rischio attuale e autodeterminano i livelli di protezione necessari ■ Meccanismi pervasivi di protezione dei dati raccolti e distribuiti ■ Possibilità di esprimere in maniera flessibile le politiche di gestione dei dati (siano quelli aziendali che dei clienti, dei prodotti) ■ Quantum computing

1.3. Industry 4.0 e nuovi business model

Industry 4.0 è indicato come un nuovo paradigma manifatturiero che rivoluziona il business model delle imprese. La disponibilità di un'enorme mole di dati ed informazioni, in tempo reale e ad alto valore aggiunto, sulle risorse produttive delle imprese e dei network di produzione cui partecipano, nonché sui prodotti durante tutto il loro ciclo di vita e sui clienti apre, di fatto, la strada verso una serie di nuove possibilità di offerta di prodotti-servizi, nuovi business e modalità più efficaci di gestione delle filiere produttive.

Se Industry 4.0 sarà implementato in tutta la sua potenzialità, le imprese avranno a disposizione potenti strumenti a supporto dell'evoluzione del loro modello di business nelle seguenti direzioni:

- La *personalizzazione* dell'offerta di prodotti e servizi per i clienti. Le tecnologie IoT renderanno disponibili in tempo reale una grande mole di informazioni sui clienti, per esempio in merito alle modalità di utilizzo/fruizione di prodotti-servizi, dati biometrici, stile di vita, ecc. Sarà quindi possibile definire con precisione i bisogni dei clienti eseguendo un targeting spinto del mercato attraverso la definizione di soluzioni dedicate, a limite personalizzate per i singoli clienti, attivando di conseguenza la filiera produttiva per pianificare, nella maniera più efficiente, tali produzioni all'interno del network. Esempi di modelli di business che già vanno in questa direzione sono quelli abilitati dalle tecnologie di additive manufacturing, in cui i clienti possono interagire con le imprese produttrici di prodotti personalizzati (oggetti di design, giocattoli, dispositivi medici, indumenti tecnici, ecc.) attraverso degli applicativi web dedicati o sistemi di scansione per il rilevamento di parametri biometrici, che trasmettono i dati personalizzati di sistemi di produzione. Nel prossimo futuro, la diffusione di sensori presso i clienti potrà supportare la produzione di prodotti personalizzati in settori manifatturieri di alta rilevanza sociale, quali l'industria della salute e alimentare (si pensi a farmaci, alimenti e dispositivi medici personalizzati, ecc.).
- La *servitizzazione*, cioè il processo di trasformazione delle imprese manifatturiere verso l'offerta di prodotti-servizi integrati ad alto valore aggiunto. All'estremo, le imprese potrebbero non più fornire prodotti, ma offrire servizi che garantiscono ai clienti l'uso degli stessi. Per rendere possibile tale trasformazione, la manifattura e la gestione del ciclo di vita di prodotti e processi diventeranno ancora più sfidanti, in quanto servizi sostenibili e ad alto valore aggiunto potranno essere offerti solamente a partire da processi produttivi e di gestione del ciclo di vita altamente efficienti e coordinati. Le tecnologie IoT accoppiate alle macchine e ai prodotti sensorizzati potranno abilitare l'offerta di tali servizi ai clienti, identificandone in tempo reale le condizioni rispetto alle richieste dei clienti ed orientando di conseguenza l'offerta dell'azienda, anche andando ad agire sui prodotti attraverso riprogrammazioni o riconfigurazioni da remoto. Un esempio già attuale in tal senso è la remote maintenance delle macchine, che è possibile offrire attraverso dei sensori e sistemi che comunicano lo stato delle macchine al produttore, il quale, in caso di necessità, può intervenire proattivamente da remoto. Le potenzialità offerte dalle nuove tecnologie potrebbero rendere implementabili su larga scala modelli di business per l'utilizzo di macchine di produzione che sono stati teorizzati nella ricerca, ma che finora non hanno trovato vasta applicazione industriale (quali ad esempio modelli tipo "pay per use", "pay per availability" o "pay per result", in cui i clienti pagano rispettivamente per l'effettivo utilizzo dei

macchinari, la disponibilità e le performance del processo produttivo). Essendo l'Italia un paese ad alta vocazione manifatturiera, la servitizzazione dei produttori rappresenta una grande opportunità, in quanto potrebbe far leva su competenze e capacità su cui basare la nuova offerta di servizi tipiche del mondo della produzione e difficili da acquisire dai competitor. Occorre, tuttavia, considerare il rischio di un processo che procede dalla parte opposta, cioè innescato dai fornitori di servizi, tipicamente grandi aziende estere multinazionali, che integrano al loro interno la parte di manifattura e che potrebbero quindi essere interessate ad acquisire le imprese nazionali facendo leva sulla ingente disponibilità di capitali.

- *L'economia circolare*, cioè modelli di produzione e consumo che massimizzano il riutilizzo, re-manufacturing e riciclo di prodotti, componenti e materiali al fine di incrementare la sostenibilità complessiva. Tra le principali barriere all'implementazione di processi di remanufacturing e riciclo nel settore manifatturiero, vi è la difficoltà di rientrare in possesso dei prodotti a fine vita, l'incertezza sulle loro condizioni ed il loro volume. Tali fattori rendono molto complessa l'automazione dei processi di gestione fine vita e determinano un alto rischio in termini di ritorno sull'investimento dei business di remanufacturing e riciclo. Per questi motivi, ad oggi, tali processi sono molto spesso svolti in paesi emergenti con operazioni manuali. La disponibilità di informazioni sui prodotti durante la fase d'uso consentirà di gestire la logistica inversa conoscendo la disponibilità e tipologia di prodotti da gestire a fine vita, prevedendo i momenti di ritiro e anche conoscendo in anticipo le condizioni dei prodotti e componenti prima che essi entrino nei sistemi di De-manufacturing. Ciò consentirà di pianificare in anticipo le operations, ottimizzare l'efficienza e diminuire il rischio.
- Il *networking* e l'allungamento delle filiere. Le tecnologie di Industry 4.0 permetteranno di scambiare dati e informazioni in tempo reale sulle capacità manifatturiere e produttive di un grandissimo numero di imprese. Grazie a tali informazioni, sarà possibile sia identificare dinamicamente nuovi partner (allungare le filiere), sia integrarsi maggiormente con i partner con cui già si collabora in modo da ridurre i costi e i lead time. La possibilità di allungare le filiere e di legarsi a partner che prima non si conoscevano, anche per produzioni temporanee, costituisce, in particolare, un possibile vantaggio per le PMI italiane, che lavorano tipicamente all'interno di filiere corte e che potrebbero quindi aprirsi a nuove opportunità di business.

Occorre sottolineare come l'innovazione del modello di business resa possibile dalle tecnologie di Industry 4.0 rappresenti un vero e proprio cambio di paradigma competitivo per le imprese, che necessita anche di un substrato culturale e manageriale evoluto. Come tale, essa dovrà essere accompagnata da una revisione della strategia aziendale, dei processi di creazione del valore e dell'organizzazione stessa. Rispetto all'introduzione delle singole tecnologie e al loro utilizzo per incrementare efficienza e sostenibilità, l'innovazione del modello di business garantirà i maggiori vantaggi in termini di capacità competitiva e costituirà quindi il punto di arrivo di Industry 4.0 nel lungo periodo.

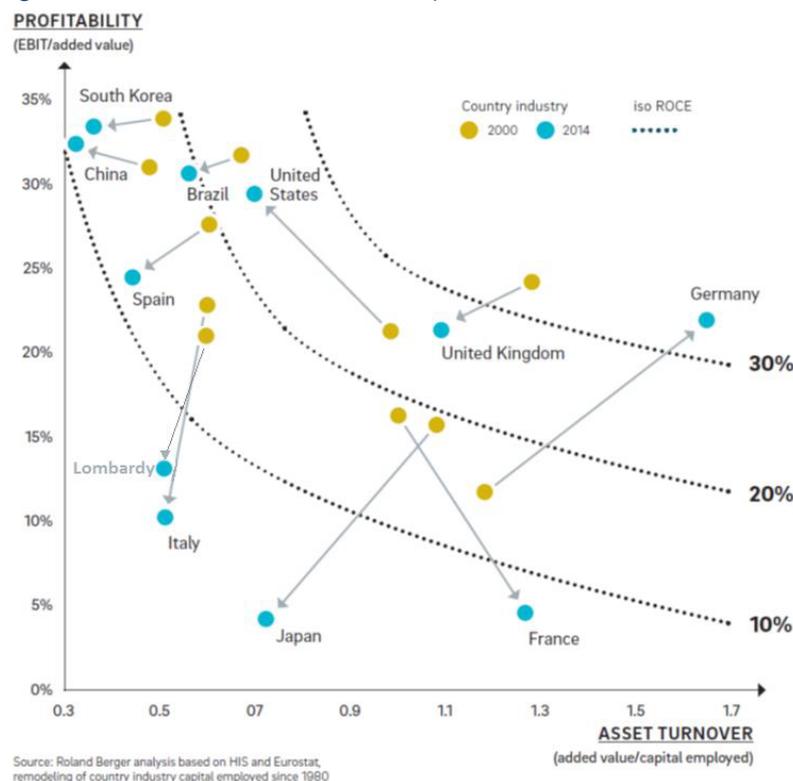
2. Lo stato di avanzamento di Industry 4.0

2.1. La roadmap di Industry 4.0 nel mondo, 2000-2014

Secondo uno studio di Roland Berger, l'introduzione a regime di Industry 4.0 potrebbe portare in Europa, attraverso il raddoppio del rendimento sul capitale investito (RCI) e la più alta capacità di utilizzo degli impianti, un aumento della profittabilità aziendale dall'attuale 6 al 13% per una tipica impresa manifatturiera (per esempio del settore automotive), con un effetto di risorse aggiuntive per gli investimenti produttivi nel sistema economico stimabile in circa 400 miliardi di euro, dunque più che compensando l'attuale gap di investimenti (circa 300 miliardi) di cui attualmente soffre l'UE.

Tuttavia, gli effetti di Industry 4.0 non saranno necessariamente gli stessi per tutte le economie, come è possibile dedurre dal grafico sottostante (Figura 1) in cui si comparano una misura di profittabilità (il margine operativo lordo - EBIT rispetto al valore aggiunto

Figura 1 - Evoluzione del rendimento sul capitale investito nelle diverse economie¹.



¹ Fonte: Roland Berger per dati Paesi, Tableau de Bord Assolombarda Confindustria Milano Monza e Brianza per stima Lombardia

generato), sull'asse verticale, rispetto ad una proxy di produttività (il valore aggiunto generato per unità di capitale investito), sull'asse orizzontale. Il rapporto tra le due grandezze fornisce il rendimento sul capitale investito (RCI). Le curve tratteggiate rappresentano le diverse combinazioni di profittabilità e intensità di capitale che garantiscono lo stesso RCI.

Come si può notare, i paesi sono posizionati diversamente in termini di strategie industriali, controllando per il rispettivo RCI. All'inizio di questo secolo, Cina, Corea e Spagna, ad esempio, privilegiano un modello di alta profittabilità e bassa produttività (con dunque minore valore aggiunto per unità di capitale investito), rispetto a Francia, Germania e Giappone che, a parità di RCI (tra il 15 e il 20%), hanno minore profittabilità, ma maggiore valore aggiunto per unità di capitale. L'Italia e la stessa Lombardia, insieme agli Stati Uniti, si collocano ad inizio secolo in una posizione intermedia rispetto a questi due modelli (con gli USA caratterizzati da un RCI maggiore in virtù di una maggiore produttività).

Le direzioni di sviluppo industriale dei paesi, in particolare europei, sono andate tuttavia divergendo nel contesto post-crisi. Cina, Corea e Spagna hanno mantenuto il loro posizionamento, sia pure con una lieve riduzione del RCI. Gli Stati Uniti sembrano aver preso la strada dell'aumento di profittabilità, accompagnata da una riduzione del valore aggiunto per unità di capitale, dunque sostanzialmente a parità di RCI. Lombardia, Italia, Francia e Giappone hanno invece subito una forte riduzione della loro profittabilità, non compensata da un aumento della produttività, e dunque hanno visto fortemente ridursi il loro RCI (oggi pari a circa il 5% per l'Italia e a circa il 6% per la Lombardia, meno della metà di quello che era nel 2000 per entrambi). Solo la Germania, grazie alla ristrutturazione industriale avviata a cavallo dell'allargamento dell'Unione Europea, con la creazione di catene del valore integrate a livello continentale, è riuscita a migliorare la profittabilità aumentando al contempo la produttività, e dunque raddoppiando il rendimento del capitale investito negli ultimi quindici anni.

2.2. La via italiana ad Industry 4.0

L'analisi svolta sino a questo punto mostra in maniera evidente il declino dell'industria italiana, in termini sia di produttività sia di profittabilità. Ma è altrettanto chiaro che un sapiente utilizzo dell'evoluzione digitale potrebbe rappresentare per l'Italia l'opportunità storica di invertire la tendenza alla caduta del rendimento del capitale registrata nell'ultimo decennio, rilanciando al contempo occupazione e investimenti attraverso il settore manifatturiero.

Per farlo occorre tuttavia tenere conto delle specificità del sistema Paese, della sua struttura produttiva caratterizzata da numerose aziende indipendenti e di piccole dimensioni, tendenzialmente restie ad una logica di integrazione in filiera, e con relativamente bassa disponibilità di mezzi propri (a fronte di un ampio ricorso, almeno in passato, a fonti di finanziamento esterno prevalentemente legate al mondo bancario).

Proprio per esplorare questa complessa realtà abbiamo attivato il progetto di ricerca "Focus Group Manifattura 4.0". Abbiamo, infatti, realizzato un'analisi qualitativa attraverso interviste strutturate in focus group a 65 imprese lombarde, sia imprese manifatturiere (scelte perché con un progetto Manifattura 4.0 già attivo o con riflessioni in corso sul tema),

sia società di consulenza, sia imprese fornitrici di tecnologie hardware o software. I focus group sono stati condotti tra maggio e giugno 2016 in partnership con l'Università Bocconi e l'associazione ADAPT, con l'obiettivo di approfondire: (i) le strategie aziendali che accompagnano lo sviluppo della Manifattura 4.0, (ii) l'impatto che il fenomeno sta producendo sull'organizzazione del lavoro e sulle relazioni industriali.

I messaggi chiave che sono emersi da questa analisi sulla 'via italiana' all'Industry 4.0 sono riassunti nel seguito.

1. Diversamente da altri paesi europei (in particolare Francia e Germania), nel contesto lombardo (e italiano) non si vedono – per ora - attori forti in grado di stimolare efficacemente il cambiamento in direzione del modello Industry 4.0. Secondo i partecipanti al focus group sarà fondamentale lo sviluppo di un ecosistema formato da soggetti pubblici e privati che possa favorire e diffondere l'attuazione di Industry 4.0 nel Paese, potendo comunque capitalizzare su un tessuto di competenze e conoscenze adeguato. In sintesi gli ingredienti sul territorio ci sono, ma occorre una ricetta per combinarli in maniera efficace.
2. L'approccio delle imprese a Industry 4.0 è differenziato. Sul fronte delle piccole imprese, si nota una "sana curiosità" ma molta cautela. Alcune non sembrano disposte a prendere rischi in merito alle soluzioni tecnologiche 4.0, o lo fanno solo se vedono un ritorno chiaro e veloce. In generale le piccole imprese sembrano conoscere molto poco la ricchezza delle soluzioni tecnologiche già oggi disponibili e testate, e anche se sono state adottate in altri settori vi è un certo scetticismo sulla loro trasferibilità, nonostante la stessa sia chiara ai fornitori di soluzioni tecnologiche. Quasi la metà delle piccole imprese partecipanti ai Focus Group non ha mai dedicato specifica attenzione a questi temi, in linea con i risultati dello studio svolto da Federmeccanica. Diversa la situazione delle medie imprese, che hanno mostrato un crescente interesse per le opportunità offerte dalla rivoluzione digitale anche in chiave strategica. Queste imprese si muovono sia per migliorare la produttività che per aumentare i ricavi, e si vedono molti casi interessanti, sebbene non in maniera sistematica.
3. Durante i focus group è tuttavia emerso più volte che le imprese stanno utilizzando piattaforme informatiche non particolarmente evolute e non sempre ben impostate (applicazioni parziali di sistemi ERP, grandi fogli Excel, CAD, PLN, ecc.). In assenza di buone applicazioni informatiche "tradizionali", è impossibile passare alle applicazioni informatiche "avanzate" tipiche dei sistemi Industry 4.0. Resta dunque fondamentale il tema dell'*awareness* a livello di conoscenza delle tecnologie oggi disponibili e la loro possibilità di adozione efficace all'interno delle aziende.
4. Con riguardo alle competenze tecniche specialistiche, emergono posizioni piuttosto variegata. Sembra esistere un grande accordo sulla carenza di persone che siano in grado oggi di lavorare operativamente all'interno di Cyber Physical Systems, anche se l'opinione prevalente è che tali *skills* si possano imparare in maniera relativamente semplice data la grande evoluzione delle interazioni tra uomo e macchine digitali. In ogni caso vari fornitori di tecnologie hanno attivato programmi di formazione destinati a decine di migliaia di studenti sia della scuola secondaria sia dell'università. Evidentemente resta da lavorare sul coordinamento sistematico di tali iniziative. Tutti i partecipanti ai focus group sono convinti che uno strumento educativo particolarmente efficace consiste nella presentazione di "casi emblematici di successo". Tali casi non sono per ora numerosissimi, ma sono comunque disponibili e, con opportune modalità di documentazione e di presentazione, possono essere molto efficaci.

5. In termini di governance del cambiamento a livello aziendale, sono emerse due condizioni essenziali per l'efficace attuazione di progetti di Industry 4.0: a) occorrono idee chiare circa le ragioni strategiche del cambiamento; b) i progetti devono essere sponsorizzati e governati dal capo azienda. Date queste condizioni il cambiamento può realizzarsi per parti e per gradi, con i responsabili dei progetti che devono riportare direttamente all'imprenditore / AD.
6. In termini organizzativi, è emerso che molte applicazioni proprie di Industry 4.0 si possono realizzare con investimenti contenuti e con un cambiamento che si può realizzare secondo una logica di modularità. Questo sia per la rischiosità implicita di certi investimenti rispetto alla disponibilità di risorse, sia per un problema culturale legato alla formazione delle nuove competenze, ed alla conseguente redistribuzione del potere tra le varie funzioni e i vari livelli gerarchici.
7. Emergono opinioni contrastanti in merito al fatto che il passaggio a Industry 4.0 debba necessariamente avvenire mediante un "gioco di filiera" fortemente integrato, piuttosto che mediante iniziative autonome delle singole imprese debolmente condizionate dalle relazioni di filiera. Nell'esperienza di altri Paesi si dà quasi per scontato che Industry 4.0 si debba attuare in logica di filiera, ossia: a) mettendo in collegamento digitale tutti gli attori della filiera, i loro sistemi di ERP, i pezzi presenti nei loro magazzini, i loro impianti, i sistemi distributivi, ecc.; b) adottando e applicando rigorosamente le normative, sempre più stringenti, di processo e di prodotto in modo tale che chi è a valle possa tracciare quanto avvenuto a monte; c) adottando standard e protocolli comuni di comunicazione. Ciò è comprensibile in un'ottica di "ottimizzazione ingegneristica", ma è fortemente in contrasto con la logica delle imprese autonome, in particolare le PMI italiane, che capiscono che devono cooperare, ma ugualmente ritengono che la cooperazione non debba mettere a rischio i loro patrimoni commerciali, tecnici e reputazionali.
8. A fronte di domanda specifica, le imprese manifatturiere partecipanti ai focus group hanno infatti dichiarato di aver avviato i loro progetti di Industry 4.0 autonomamente (in ottica parzialmente adattiva e parzialmente proattiva) e non secondo un disegno elaborato da qualche soggetto a livello di settore o di filiera. La sensazione prevalente è dunque che le imprese italiane continuino ad operare secondo uno spirito di autonomia e di indipendenza. Se tale spirito fa parte della naturale inclinazione imprenditoriale, ai fini di Industry 4.0 dovrebbe tuttavia lasciare spazio anche a qualche concreta forma di aggregazione e di cooperazione. Se non lungo le filiere, che al momento mancano, almeno a livello orizzontale, con l'idea che gli standard da adottare per il modello Manifattura 4.0 siano simili tra settori, richiedendo l'utilizzo di tecnologie affini (sia pure con soluzioni personalizzate). Evidentemente diverso sarà poi il campo di applicazione degli standard rispetto alle varie funzioni aziendali nei diversi settori di attività. In sintesi, dunque, occorre ribadire come l'adozione di certi standard di prodotto e di processo non debba apparire come un costo o un limite di autonomia, quanto piuttosto una condizione di sopravvivenza, soprattutto per le PMI.
9. Altro risultato interessante emerso nei focus group è il ruolo potenzialmente proattivo che la normativa di settore e la regolazione potrebbero avere come driver della digitalizzazione, in particolare quella volta a garantire la sicurezza e la tracciabilità che regola un numero crescente di settori: farmaceutico, chimico, alimentare, health care, oil & gas, ecc. Evidentemente, un uso sapiente di questi strumenti potrebbe essere uno dei punti su cui fare leva per introdurre quegli elementi di 'integrazione orizzontale' tra le PMI, in termini di standard di interoperabilità cui si faceva riferimento in precedenza. Al contempo, occorre prestare massima attenzione al fatto che una normativa particolarmente stringente –come quella italiana– può determinare elevatissimi costi

“amministrativi” e, peggio, bloccare innovazioni tecnologiche che potrebbero produrre vantaggi per la collettività.

10. Attualmente vari attori stanno giocando un ruolo positivo: Assolombarda Confindustria Milano Monza e Brianza, il Cluster Fabbrica Intelligente, i fornitori di tecnologie, i consulenti, le università, la Regione Lombardia, il CNR, UCIMU, ecc. Tuttavia, allo stato attuale non emergono singoli soggetti o aggregati di soggetti con un riconosciuto ruolo di leadership. L’opinione prevalente sostiene che l’attivatore del cambiamento dovrebbe essere un aggregato di soggetti pubblici, privati e istituzionali.

11. Secondo i consulenti e i fornitori di tecnologie, i tempi di passaggio del tessuto imprenditoriale italiano verso il modello 4.0 sono troppo lunghi; siamo già in ritardo di due o tre anni. Tra le condizioni di contesto favorevoli vengono citati: buon tessuto imprenditoriale, buona vitalità delle imprese, buona reputazione internazionale di alcuni prodotti Made in Italy, relativa debolezza dell’economia cinese, università e centri di ricerca con buone competenze, crescente attrattività dell’Italia per investimenti esteri in R&D. Tra le condizioni di contesto sfavorevoli vengono citati: debole supporto istituzionale alle iniziative Manifattura 4.0; mancanza di incentivi e di supporti finanziari; PA e burocrazia non favorevoli alle imprese; diffusa cultura anti-industriale; programmi degli studi tecnici in parte obsoleti; troppe imprese troppo piccole e resistenti al cambiamento; mancanza di integratori di alto livello; infrastrutture pubbliche non sviluppate; problemi di cyber-security.

3. Le azioni di policy

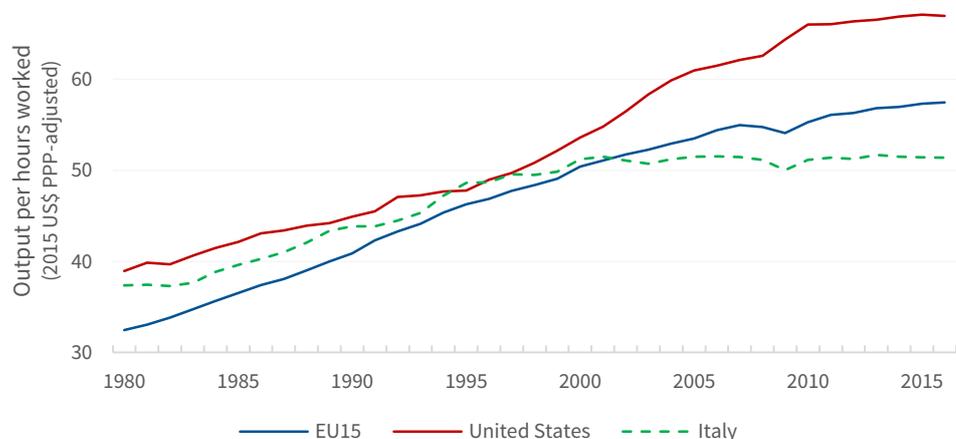
3.1. Le opportunità di Industry 4.0 per le imprese

“You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics”

Robert Solow (1987)

Le tecnologie digitali e dell'*information technology* (ICT) hanno indotto cambiamenti radicali in quasi tutti i processi produttivi e sociali degli ultimi decenni. A partire dalla battuta del premio Nobel per l'economia Bob Solow, resta tuttavia l'interrogativo di quale sia stato il reale effetto di questa 'terza rivoluzione industriale' sulla competitività dei sistemi di imprese. La relazione tra i progressi tecnologici e la competitività è infatti tutt'altro che lineare: mentre i primi continuano ad essere notevoli (si pensi all'evoluzione degli *smartphone* negli ultimi anni, solo per fare un esempio), le variazioni nella competitività (che possiamo misurare in prima battuta attraverso la crescita della produttività) procede in maniera non costante nel tempo (con lunghe fasi di stagnazione dopo violente accelerazioni), e in misura non omogenea tra paesi caratterizzati da tassi simili di progresso tecnologico (in particolare tra Europa e Stati Uniti). Questo "paradosso di Solow" o "paradosso della produttività" è evidente nei dati riportati in *Figura 2*: mentre negli Stati Uniti nella seconda metà degli anni '80 iniziava la rivoluzione digitale con l'introduzione dei computer in azienda, era in realtà l'Europa a mostrare una maggiore crescita della produttività, chiudendo progressivamente il divario che la separava dagli USA. Tuttavia, con il raggiungimento di una massa critica di capitale ICT e la crescita della network economy, a partire dal 1995 la produttività ha accelerato improvvisamente negli Stati Uniti, allargando il divario rispetto all'Unione Europea in modo costante. Tale tendenza è ancora più esacerbata nel caso dell'Italia, in cui la produttività è sostanzialmente stagnante a partire dagli stessi anni.

Figura 2 - Trend della produttività, 1980-2015².



²Fonte: The Conference Board Total Economy Database.

Diverse teorie sono state proposte per descrivere gli effetti della rivoluzione ICT sulla produttività e spiegare le possibili differenze tra paesi. In particolare la letteratura economica identifica tre canali di trasmissione, legati alle modalità attraverso le quali i sistemi di impresa incorporano le nuove tecnologie che si rendono via via disponibili:

1. il progresso tecnologico nella produzione di beni ICT fa aumentare la produttività in questi settori e questo, attraverso un effetto di composizione settoriale, fa aumentare in maniera diretta la produttività totale di un territorio;
2. l'introduzione di nuove tecnologie e il calo dei prezzi dei beni intensivi in ICT inducono una crescita degli investimenti delle imprese in *hardware* o *software* che sfruttano tali tecnologie. Tutto ciò si traduce in un aumento del capitale disponibile per i lavoratori, rendendoli più produttivi (il cosiddetto *capital deepening*, verosimilmente alla base dell'accelerazione della produttività negli USA a cavallo degli anni novanta);
3. la diffusione delle tecnologie ICT in altri settori facilita e induce le imprese ad introdurre forme organizzative più efficienti, con un ulteriore incremento previsto di produttività.

Dunque, le tecnologie ICT possono influenzare la competitività (attraverso la produttività) sia direttamente, attraverso i settori che producono beni ICT, sia, soprattutto, indirettamente attraverso l'impatto che hanno sulla produttività delle imprese operanti in settori che utilizzano beni e servizi ICT come input del processo produttivo. Infine, così come sopra discusso, l'ICT non ha solo effetti sull'efficientamento in senso stretto delle attività produttive che lo utilizzano come input, ma può avere anche effetti complementari diffusi, consentendo alle aziende di riprogettare radicalmente le proprie strategie, dunque migliorando la competitività complessiva del sistema. Quest'ultimo canale è particolarmente rilevante oggi, di fronte alla sfida del *digital manufacturing* in cui emergono sistemi ICT in grado di interagire con i sistemi fisici in cui operano (Cyber Physical System - CPS) poiché dotati di capacità computazionale, di comunicazione e di controllo grazie a tecnologie abilitanti quali la connettività delle macchine ("Internet of Things"- IoT), la capacità di sfruttare Big Data, la Robotica collaborativa, l'Additive Manufacturing. Tuttavia, Industry 4.0 potrà avere un impatto significativo sulla crescita economica laddove le imprese sapranno sfruttare le opportunità che lo stesso paradigma offre in ottica di rilancio della competitività. In linea con gli effetti in precedenza delineati, questo comporta sfide a diversi livelli per le imprese:

- un adeguamento della struttura produttiva, data l'opportunità di ridefinire la *supply chain* a monte e di investire in tecnologia per sfruttare la disponibilità di input '4.0' più efficienti, dunque migliorando la struttura dei costi;
- una revisione della strategia di mercato in chiave *solution based* attraverso un migliore collegamento con i clienti a valle, attraverso le possibilità di customizzazione offerte dal nuovo paradigma produttivo, nonché l'incorporazione di quote crescenti di servizio (*servitization*) nel prodotto venduto, dunque incrementando il fatturato;
- una ridefinizione dell'organizzazione interna per massimizzare l'efficienza nelle interazioni tra uomo e macchina, adeguando le mansioni alle nuove capacità

computazionali del capitale fisico, dunque allineando i salari alla produttività.³

È evidente come un paradigma industriale che consente di migliorare i costi, aumentare il fatturato, ed allineare i salari alla produttività rappresenti un'occasione unica per il rilancio dell'industria manifatturiera italiana, ed in generale per il sostegno alla competitività del sistema Paese.

Sulla base dell'evidenza oggi disponibile in precedenza sintetizzata, l'Italia può giocare un ruolo di leader Europeo in Industry 4.0 e potrebbe essere tra i paesi che ne possono cogliere il massimo vantaggio, vista la tipologia del tessuto industriale e la disponibilità di una forte industria nazionale dei beni strumentali.

Industry 4.0 è un processo evolutivo già in corso da diversi anni e di fatto esistono già delle soluzioni di mercato disponibili in sotto-aree tecnologiche. Tuttavia, alcune tecnologie non sono ancora mature e la loro adozione potrebbe deludere, contribuendo ad arrestare il processo innovativo che ha invece grandi potenzialità. È quindi importante contestualizzare l'innovazione rispetto allo stato dell'arte e indirizzare gli sforzi di ricerca e innovazione per affrontare in maniera focalizzata le sfide ancora aperte in ciascuna area tecnologica. Solo in questo modo si potrà andare oltre alle singole applicazioni locali che caratterizzano oggi l'adozione delle tecnologie Industry 4.0 e attuare vere e proprie innovazioni dei modelli di business.

In particolare, alla luce dello stato dell'arte delle tecnologie chiave di Industry 4.0, si possono evidenziare i seguenti punti.

- **Le diverse tecnologie di Industry 4.0 vanno combinate per ottenere soluzioni integrate che massimizzano i vantaggi**, andando a risolvere i problemi attuali. Occorre cioè da un lato abbandonare l'approccio "technology-push" che ha caratterizzato la nascita del fenomeno ed abbracciare una logica "market-pull", guidata dalle applicazioni per risolvere criticità. Considerando poi che l'approccio finora prevalente su Industry 4.0 è stato quello prettamente informatico, occorrerà dall'altro lato adottare un nuovo approccio di "**system engineering**" volto alla integrazione sistemica di diversi ambiti tecnologici (robotica, fabbrica virtuale, sistemi di automazione, ecc.) che solo congiuntamente possono assicurare i significativi vantaggi promessi dalle nuove tecnologie. In tal senso, occorrerà anche investire nel futuro nello sviluppo di modelli e algoritmi di ottimizzazione, che costituiranno "l'intelligenza" di Industry 4.0 attraverso la quale gestire i sistemi produttivi.
- **Le tecnologie di cooperazione uomo-macchina possono fin da subito contribuire alla introduzione di Industry 4.0 nelle piccole e medie imprese.**

³ Uno studio di Federmeccanica su un campione di 527 imprese del settore ha rilevato che il 64% delle imprese dichiara di avere adottato almeno una di 11 tecnologie abilitanti Industry 4.0 identificate. Questi 'adopters' in media rispetto ai 'non-adopters': i) esportano una quota maggiore del proprio fatturato (44% contro 33%); ii) giudicano alto il proprio livello di digitalizzazione (37% contro 14%); iii) hanno una quota più elevata di dipendenti laureati (19% contro 12%); iv) investono di più in R&D e formazione, hanno più contatti con Università ed Enti di ricerca; v) considerano più importanti nella propria dinamica competitiva la qualità e l'innovatività del prodotto, la capacità di gestire la produzione in lotti singoli, la personalizzazione del prodotto e del servizio e la capacità di erogare servizi correlati ai prodotti. Il progetto di ricerca "Focus Group Manifattura 4.0" di Assolombarda Confindustria Milano Monza e Brianza ha mostrato che, in chiave strategica le soluzioni tipo Industria 4.0 tendono ad avere per le imprese tre obiettivi prioritari: 1) accorciare la supply chain e arrivare più rapidamente al cliente; 2) massimizzare la flessibilità della produzione; 3) arricchire e rendere più competitivo il prodotto (ad esempio, con servizi che si possono offrire in teleassistenza).

L'introduzione dell'automazione è infatti più difficile per le PMI che per le grandi imprese in quanto, oltre all'investimento iniziale, occorre disporre di risorse e competenze per sviluppare applicazioni, interfacce, attrezzature e metodi di lavoro da aggiornare costantemente. Inoltre i processi delle PMI sono generalmente più difficili da automatizzare in quanto richiedono una maggiore flessibilità. La cooperazione uomo-macchina può aiutare ad automatizzare i processi nelle PMI in quanto può rendere più sostenibile e graduale l'introduzione dell'automazione e può semplificare compiti complessi quali la programmazione. Le soluzioni collaborative sono tecnologicamente più complesse di quelle tradizionali ed implicano anche la necessità di considerare gli aspetti cognitivi onde definire il giusto livello di automazione rispetto al contenuto di lavoro manuale.

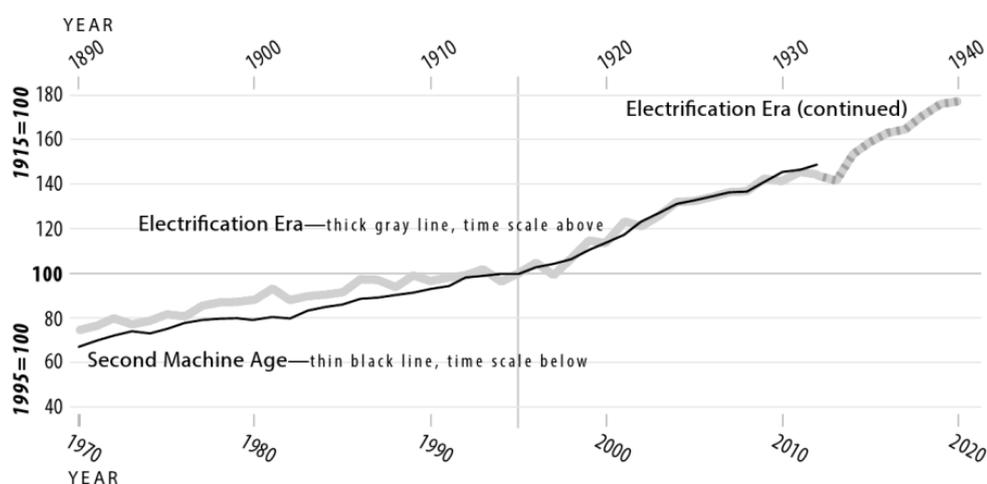
- **L'interoperabilità dei sistemi e delle soluzioni risulta una condizione fondamentale** affinché Industry 4.0 possa trovare diffusione presso le PMI italiane, offrendo i vantaggi strategici di creazione di massa critica attraverso il consolidamento di network e filiere estese e superando così i tipici problemi legati alla dimensione limitata delle imprese. **Nella prospettiva di lungo termine, occorre lavorare alla creazione di standard aperti** attraverso la partecipazione attiva ed efficace dell'Italia ai Comitati di Standardizzazione che sono attualmente attivi sul tema. **Nel breve-medio termine, occorre sviluppare soluzioni interoperabili attraverso la realizzazione di architetture modulari** che possano interfacciarsi con le soluzioni dei principali vendor esistenti sul mercato. Tale strategia di modularità è di fatto stata già perseguita dai costruttori di macchine italiani, che sono ad esempio già oggi in grado di fornire macchine che possono montare diversi tipi di controlli numerici indicati dai clienti. L'offerta di soluzioni compatibili con i sistemi dei diversi vendor di tecnologie Industry 4.0 renderebbe l'industria italiana di beni strumentali un qualificato fornitore di soluzioni 4.0 caratterizzate da maggiore apertura e flessibilità rispetto a quelle monolitiche già presenti sul mercato, con potenziale attrazione di investimenti. Dal lato della domanda, occorre altresì che i clienti siano consapevoli di tale opportunità e richiedano questo tipo di soluzioni.
- Data la disponibilità di una eccellente **industria dei beni strumentali**, perlopiù composta da piccole e medie imprese che più di altre sono in grado di includere rapidamente nei loro prodotti le innovazioni tecnologiche, è opportuno fare leva su questo settore per veicolare l'introduzione delle tecnologie Industry 4.0 nelle imprese. I produttori di beni strumentali, infatti, conoscono i processi per cui forniscono le loro macchine e possono sviluppare soluzioni produttive integrate che inglobano sensori, moduli software e di comunicazione per lo scambio, raccolta ed analisi di big data. Essi dovrebbero essere incentivati ad includere all'interno delle macchine, nell'ottica modulare sopra illustrata, soluzioni Industry 4.0 ad alto valore aggiunto quali ad esempio sensori e sistemi per la tele-diagnosi, tele-maintenance, ecc.
- Attraverso la sensorizzazione dei prodotti e i de-Manufacturing "Cyber Physical Systems", cioè i sistemi di de-produzione che funzionano secondo le logiche della manifattura digitale, **Industry 4.0 può realmente supportare la transizione verso la Circular Economy. L'Italia potrebbe porsi come paese leader in tale processo**, recentemente lanciato a livello Europeo con il Circular Economy Package della Commissione, sviluppando un'industria di macchine Industry 4.0 per la Circular Economy e creando filiere di produzione/de-produzione integrate che, oltre a generare vantaggi ambientali, rendano più competitive la manifattura nazionale.

3.2. La sfida di Industry 4.0 per la politica industriale

3.2.1. General Purpose Technology, produttività e contesto di policy

La capacità di utilizzare l'evoluzione costituita da Industry 4.0 come veicolo di crescita non rappresenta una sfida solo a carico delle imprese, ma anche per gli attori istituzionali che dovranno adeguare il contesto normativo e di mercato nel quale le imprese si trovano ad operare. Infatti, storicamente è possibile equiparare l'avvento del Digital Manufacturing, ed in generale la rivoluzione ICT, alla introduzione di una *General Purpose Technology* (GPT) ossia sistemi di tecnologie radicalmente innovative che cambiano in profondità i sistemi produttivi e sociali. Le GPT sono apparse storicamente circa una volta ogni mezzo secolo, ed hanno avuto un impatto profondo sulla crescita economica e sociale dei paesi in cui sono state man mano introdotte, in quanto modificano cosa le economie producono, come lo producono, come la produzione è organizzata e gestita, dove la produzione è localizzata, le competenze necessarie, la tipologia di infrastrutture, il quadro regolamentare di supporto alla produzione stessa. Per avere un'idea, basti pensare all'ultima *General Purpose Technology* introdotta nel tempo, ossia l'energia elettrica, e l'impatto che la stessa ha avuto sull'organizzazione produttiva e sociale in precedenza basata sulla macchina a vapore e sull'illuminazione a petrolio. Se immaginiamo che l'ICT, e la successiva evoluzione del *digital manufacturing*, siano nei fatti una General Purpose Technology che si sviluppa nel tempo all'interno del nostro sistema economico, possiamo allora comparare la stessa alle implicazioni che l'introduzione della precedente GPT, l'energia elettrica, ha avuto sulla produttività. La *Figura 3* riporta questo confronto per gli Stati Uniti. La linea in grigio, misurata sull'asse temporale in alto, mostra l'evoluzione della produttività nel paese a partire dal 1890 (decennio di introduzione dell'energia elettrica) sino al 1940, con a cavallo la Grande Depressione del 1929. La linea in nero, misurata sull'asse temporale in basso, riporta la dinamica della produttività a partire dal 1970, decennio di introduzione del personal computer, sino ad oggi. Si noti come, volutamente, la misura di produttività qui utilizzata è quella del lavoro (ossia valore aggiunto per addetto), che dunque tiene anche in considerazione le diverse modalità attraverso le quali l'introduzione delle GPT in azienda può generare benefici, o in termini di maggiore efficienza / costi), o in termini di maggiore profittabilità degli investimenti. Normalizzando le due serie a 100 nel 1995 per un confronto, si nota come l'evoluzione della produttività durante l'era dell'elettrificazione è molto simile all'evoluzione della produttività legata all'era ICT: in entrambi i periodi si è avuta una crescita della produttività lenta all'inizio della diffusione della GPT (se si ritiene che il periodo 1890-1915 per l'elettrificazione è una ragionevole analogo del periodo 1970-1995 per l'ICT), un decennio di accelerazione, e poi un altro pluriennale rallentamento a cavallo (o forse causa) di una crisi finanziaria. Nell'era dell'elettrificazione al rallentamento della produttività nel periodo immediatamente successivo alla crisi del '29, è seguita un'altra accelerazione della produttività. Se questo si verifica anche per l'attuale era ICT, e la storia dimostra che la crescita della produttività guidata dall'introduzione di GPT può arrivare a ondate multiple, ne consegue che il Digital Manufacturing può legittimamente rappresentare quella svolta in termini di dinamica della produttività che consentirebbe di superare l'attuale stagnazione della stessa (*secular stagnation*).

Figura 3 - Produttività e GPT: elettricità e ICT a confronto (USA)⁴.



Non è tuttavia un caso che la produttività legata a GPT arrivi a ondate: il fatto è che le GPT hanno sempre bisogno di condizioni al contorno adeguate per dispiegare i propri benefici, e dunque possono passare diversi anni tra l'introduzione di una tecnologia ed i vantaggi di produttività legati alla stessa.

Di conseguenza, oltre alla continua diffusione ed adozione di tali tecnologie presso le imprese, con le conseguenti modifiche in termini di strategie aziendali, saranno ugualmente importanti lo sviluppo di politiche legate alla agevolazione di investimenti in tecnologie Industry 4.0 e più in generale al sostegno dell'attività di R&S nelle aree del *digital manufacturing*, la presenza di un contesto normativo flessibile in termini di relazioni industriali, la disponibilità di capitale umano che possieda gli strumenti di base per operare all'interno di Cyber Physical Systems attraverso adeguati investimenti in formazione.

Insieme alle azioni a carico delle imprese, questi sono tutti fattori che possono decretare il successo in termini di crescita economica e competitività di Industry 4.0, o bloccarne le prospettive.

⁴Fonte: Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & Company based on Syverson (2013).

3.2.2. Le misure del piano nazionale Industria 4.0: Azioni in numeri

Lo scorso 21 settembre il Governo ha presentato un piano di sostegno 'orizzontale' a favore di Industry 4.0, impegnando risorse per complessivi 13 miliardi di euro a valere sul periodo 2017-2020, che dovrebbero poi mobilitare risorse private per circa 24 miliardi di euro tra investimenti in tecnologie 4.0 (11.4 miliardi), maggiori spese in R&S (10 miliardi) e maggiori investimenti in start-up e venture capital (2.6 miliardi).

Nello specifico, i 13 miliardi di incentivi a carico del governo sono articolati sulle misure seguenti:

1. *Sostegno agli Investimenti*
 - Iperammortamento: introduzione di un'aliquota di ammortamento del 250% per beni identificabili "Industria 4.0".
 - Superammortamento: proroga dell'attuale agevolazione con aliquota al 140% per un anno.
 - Beni Strumentali (cd 'Nuova Sabatini'): Proroga di un anno e rifinanziamento dell'agevolazione, che prevede contributi a parziale copertura degli interessi sui finanziamenti bancari per l'acquisto di beni strumentali delle imprese.
 - Fondo Rotativo Imprese: Sezione del FRI dedicata a investimenti 4.0 con contributo di Cassa Depositi e Prestiti.
2. *Sostegno Ricerca, Sviluppo e Innovazione*
 - Credito d'imposta aumentato dal 25% al 50% sulla spesa incrementale in R&S ed innalzamento dei limiti del credito massimo da 5 a 20M €.
3. *Sostegno a Venture Capital e start-up*
 - Detrazioni fiscali al 30% per investimenti fino a 1M € in PMI innovative.
 - Assorbimento perdite start-up da parte di società "sponsor".
 - PIR - Detassazione capital gain su investimenti a medio/lungo termine.
 - Programma "acceleratori di impresa".
 - Fondi dedicati all'industrializzazione di idee e brevetti innovativi.
 - Fondi Venture Capital dedicati a start-up 4.0 in co-matching.

Il Governo ha, inoltre, destinato ulteriori risorse per 700 milioni di euro per iniziative volte alla formazione di competenze di Digital Manufacturing attraverso il Piano Nazionale Scuola Digitale (350 milioni); la specializzazione di corsi universitari, Master e Master Executive su tematiche Industria 4.0 in partnership con player industriali e tecnologici nonché l'incremento del numero di studenti degli Istituti Tecnici Superiori su tematiche Industria 4.0 mediante ampliamento dell'offerta formativa (70 milioni); il potenziamento dei Cluster Tecnologici "Fabbrica Intelligente" e "Agrifood" e l'incremento dei dottorati di ricerca su tecnologie Industria 4.0 (170 milioni); la creazione di pochi selezionati Competence Centre a livello nazionale su tematiche Industria 4.0 (100 milioni).

Nello schema successivo è sintetizzata l'analisi effettuata sulle misure correntemente note⁵ ed in corso di definizione attraverso la Legge di Stabilità.

⁵ Aggiornamento al 20 ottobre 2016

PIANO NAZIONALE INDUSTRIA 4.0										
INIZIATIVE										
Direttrici	Obiettivi	Strumenti	Azioni	Tempo	Ambiti		Risorse		Pubbliche (in Euro)	
					Industria 4.0	Altro	Private (Leverage-in Euro)			
INTERVENTI CORE	Investimenti innovativi	Iperam-mortamento	Introduzione ammortamento 250% per beni materiali e immateriali 4.0	1.1.2017 - 31.12.2017, con consegna al 30.9.2018 per beni ordinati entro il 31.12.2017 con versamento acconto 20%.	X					
		Superam-mortamento	Proroga del SA 140% per tutti i beni salvo mezzi di trasporto non funzionali all'attività di impresa (120%)	1.1.2017 - 31.12.2017, con consegna al 30.9.2018 per beni ordinati entro il 31.12.2017 con versamento acconto 20%.			X	10 Mld (2017) di cui 0,5 Mld CDP	11 Mld (2018-2024 L. Bilancio 2017)	
		Nuova Sabatini	Proroga e rifinanziamento	2017	X		X			562 Mln (2017-2024 - L. Bilancio 2017)

Qualificare le Competenze 4.0	Alternanza Scuola - Lavoro	Focalizzazione su I4.0 e bonus per imprese che assumono (36 mesi - L. Bilancio)	X				
Qualificare le Competenze 4.0	Istituti Tecnici Superiori	Ampliamento offerta formativa per incremento n° studenti su I4.0; semplificazioni regolamentari	X		30 Mln	26Mln (da confermare - L. Bilancio 2017)	
Qualificare le Competenze 4.0	Formazione Universitaria e post-grad	Corsi universitari, Master e Master Executive su I 4.0	X			70 Mln	
Qualificare le Competenze 4.0	Dottorati di ricerca	Incremento dottorati su tecnologie I4.0	X				
Innalzare il potenziale innovativo su I4.0	Cluster Tecnologici	Potenziamento CT Fabbrica Intelligente e Agrifood e coordinamento con altri CT e Stakeholder	X	X	~ 70 Mln	170 Mln (di cui 150 già stanziati)	
Creare competenze di eccellenza	Trasferimento tecnologico	Creazione Competence center a livello nazionale su I4.0	X		100 Mln	100 Mln (L. Bilancio 2017)	



INTERVENTI DI ACCOMPAGNAMENTO									
		Qualificare le Competenze 4.0	Fondi Interprofessionali	Formazione continua personale attivo		X		TBD	TBD
	Infrastrutture abilitanti	Mettere in rete le imprese	Piano Nazionale BUL	Investimenti pubblici e privati per copertura 100% aziende a 30Mps e 50% a 100MPS	2017-2020	X	X	6 Mld	6,7 Mld
	Fondo Centrale di Garanzia	Rafforzare FCG	Riforma e Aumento dotazione	Focalizzazione su investimenti di medio-lungo termine PMI per attivare finanziamenti bancari 23-26 Mld €.	2017 (TBC)		X	22 Mld	1 Mld (L. Bilancio 2017)
	Made in Italy	Aumentare il fatturato delle imprese	Rafforzamento Piano Made in Italy	Aumento dotazione	2017 (TBC)		X	1 Mld	100 Mln (L. Bilancio 2017)
	Contratti di Sviluppo	Agevolare i progetti privati	Qualificazione dello strumento	Negoziazione ed erogazione di finanziamenti personalizzati alle imprese, con priorità su I4.0	2017	X	X	2,8 Mld	1 Mld
	Salario di Produttività	Rafforzare lo scambio salario-produttività	Detassazione	Incremento RAL (80mila € annui) e Limite somma agevolabile (4Mila €)	2017-2020	X	X	TBD	1,3Mld (da confermare)

3.2.3. Incentivi all'adozione e sostegno all'investimento Industry 4.0: una valutazione

La valutazione generale del piano del Governo per Industry 4.0 è ampiamente positiva, in quanto alla luce della struttura industriale italiana e del grado di preparazione sui temi del Digital Manufacturing in precedenza delineati, è corretto partire con un'azione di tipo orizzontale e non verticale o settoriale, che privilegi il sostegno agli investimenti ed operi sui principali fattori abilitanti Industry 4.0, in particolare in termini di competenze.

Il piano del Governo fa il possibile (dato il vincolo di risorse) per il **sostegno agli investimenti** in Industry 4.0, ma mantiene un orizzonte temporale di spesa limitato. Sia pure con implicazioni finanziarie pluri-annuali, i piani di super e iperammortamento sono di fatto garantiti nel finanziamento per un anno o poco più, restando l'incertezza sul futuro di medio periodo di queste misure. Questo approccio è coerente con la volontà, più volte espressa dal Governo e per certi versi condivisibile, di costruire una misura "shock" in grado di fornire una spinta istantanea e non necessariamente ripetibile agli investimenti. Di conseguenza, non appare realistico sperare in una continua proroga dello strumento; tuttavia, è opportuno segnalare la necessità di una verifica a fine periodo dell'efficacia (in termini di attivazione di investimenti privati) dello strumento "shock", al fine di valutare se, eventualmente dimostrata una elevata capacità di impatto, non sia opportuno procedere ad una riedizione dello stesso. Verso l'imprenditore si contribuirebbe in questo modo a creare quella certezza del contesto istituzionale sul medio periodo che è condizione necessaria per decisioni che, per loro natura, hanno carattere pluriennale. Questo vale a maggior ragione per le decisioni di investimento in tema di Industry 4.0 che, come si è visto dalle survey di imprese in precedenza discusse, assumono in Italia carattere prevalentemente incrementale, con singoli passi di dimensioni limitate.

Al di là del sostegno agli investimenti, va anche chiarito meglio il quadro relativo agli **incentivi per l'adozione** di tecnologie 4.0, che non necessariamente (o non solo) riguardano decisioni di investimento in beni materiali, o un incremento delle attività di R&S. Il passaggio a produzioni caratterizzate da Cyber Physical System, come si è visto, impatta in profondità su diverse funzioni aziendali, che riguardano l'interazione tra i beni strumentali, la riorganizzazione aziendale e la consulenza strategica, l'acquisizione di servizi (es. Cloud, SaaS, ...), lo sviluppo di soluzioni (HW e SW) che riguardano più soggetti lungo la catena del valore, tutti elementi che non necessariamente trovano una controparte in decisioni di investimento finanziabili attraverso gli strumenti di sostegno predisposti dal Governo. A questo riguardo, è fondamentale valutare la possibilità di costituire uno specifico credito di imposta a favore delle imprese che realizzano veri e propri progetti di trasformazione industriale in chiave 4.0. La certificazione dell'idoneità del progetto, per sua natura molto differenziato, andrebbe lasciata a carico delle imprese, utilizzando, oltre una certa soglia, società di revisione o di consulenza strategica accreditate. Sarà poi compito dell'Amministrazione tributaria controllare, a campione, la corrispondenza tra il credito d'imposta richiesto e l'effettiva realizzazione del progetto Industry 4.0, erogando le sanzioni opportune in caso di dichiarazioni false o mendaci. Le risorse per questa specifica area d'intervento potrebbero essere recuperate o nell'ambito di quelle già stanziare per le spese in R&S, estendendo la definizione di spese eleggibili anche a questo particolare ambito progettuale, o rimodulando parte delle risorse attualmente destinate dal MISE ad altre iniziative di sostegno industriale⁶.

⁶ A titolo di esempio, il Fondo per la crescita sostenibile per la promozione di grandi progetti di ricerca e sviluppo nel settore delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione elettroniche (ICT) e nel settore della cosiddetta industria sostenibile sono stati recentemente rifinanziati per (176 e 298 milioni di euro, rispettivamente) con il recente DM del 9 giugno 2016.

Più in generale, in attesa di conoscere nel dettaglio l'operatività degli strumenti predisposti con la Legge di Bilancio, è opportuno continuare a prestare attenzione al tema generale del finanziamento alle imprese quale ulteriore fattore abilitante, insieme a competenze e infrastrutture digitali, per l'avvio di una profonda rivoluzione del settore manifatturiero in chiave 4.0. Il quadro economico italiano è oggi caratterizzato da un significativo gap di investimenti, da una struttura produttiva sempre più polarizzata tra aziende medio-grandi relativamente competitive e una significativa parte di PMI a rischio, da un settore bancario in necessaria ristrutturazione, e da un mercato dei capitali di piccola dimensione. In questo contesto, le sia pur meritorie iniziative specifiche del Governo rischiano di essere una goccia nell'oceano delle necessità finanziarie delle imprese. È dunque fondamentale riuscire ad utilizzare le poche risorse pubbliche disponibili come volano per attirare in misura maggiore i capitali privati (dal mercato o dalle istituzioni finanziarie) verso Industry 4.0. Per far ciò, alla luce del quadro di cui sopra, è importante differenziare il pool di strumenti a sostegno del finanziamento delle imprese come segue:

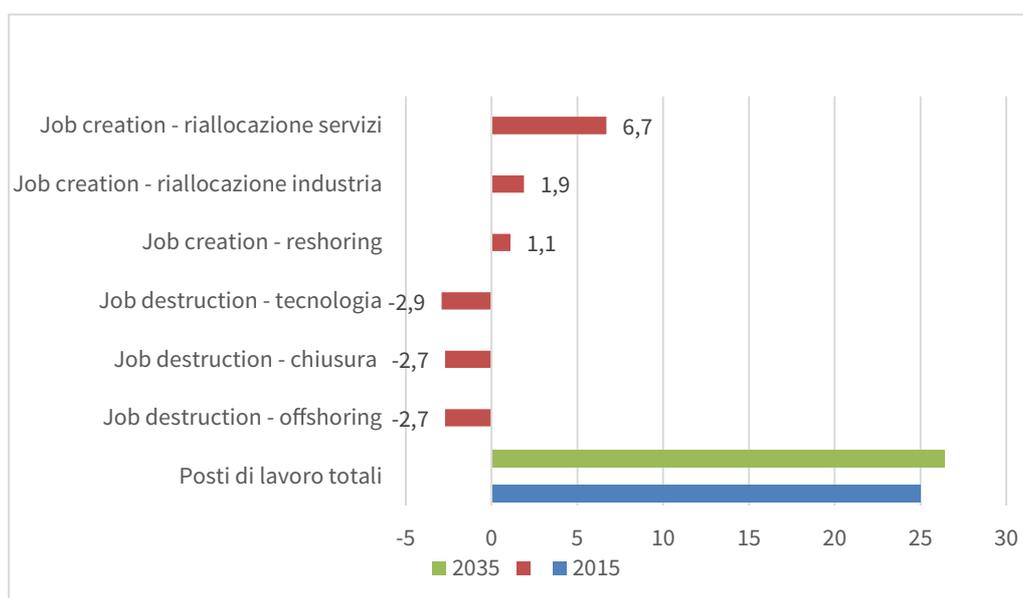
- per le PMI, è opportuno continuare con il finanziamento del fondo di garanzia, al fine di favorire l'accesso alle fonti finanziarie mediante la concessione di una garanzia pubblica che si affianca e spesso si sostituisce alle garanzie reali portate dalle imprese;
- per le aziende medie che non hanno particolari problemi finanziari, è opportuno utilizzare gli strumenti esistenti (in particolare il nuovo Fondo Rotativo previsto dal Governo in collaborazione con CDP) come strumento di credit enhancement, finanziando la parte subordinata di una emissione collateralizzata sottoscritta per la parte senior (a questo punto con rating *investment grade*) dal mercato, e volta a finanziare investimenti produttivi;
- per le aziende in crisi in cui è possibile immaginare un recupero di valore in presenza di risorse finanziarie fresche, va creato un contesto giuridico che incentivi interventi di *turnaround* attraverso schemi di finanza strutturata organizzati da società veicolo specializzate, rilanciando l'attività aziendale e, contestualmente, il recupero di parte dei crediti deteriorati attualmente a carico del sistema bancario

3.3. Relazioni industriali

3.3.1. Organizzazione del lavoro

Industry 4.0 avrà un impatto significativo sul mondo del lavoro, anche se lo stesso, a certe condizioni, non sarà necessariamente *disruptive*. È importante distinguere tra impatto a livello macro, ossia in termini di posti di lavoro distrutti e ricreati dalla rivoluzione Industry 4.0, ed impatto a livello micro, ossia l'impatto in termini di organizzazione delle funzioni a livello aziendale. In entrambi i casi, il contesto normativo e istituzionale avrà un ruolo chiave nell'influenzare le condizioni per le quali Industry 4.0 potrà avere un effetto netto positivo in termini occupazionali e salariali. A livello macro, l'impatto di Industry 4.0 sul mondo del lavoro al livello europeo può essere complessivamente riassunto attraverso il grafico seguente (Figura 4):

Figura 4 - Industry 4.0 e occupazione (EU)⁷



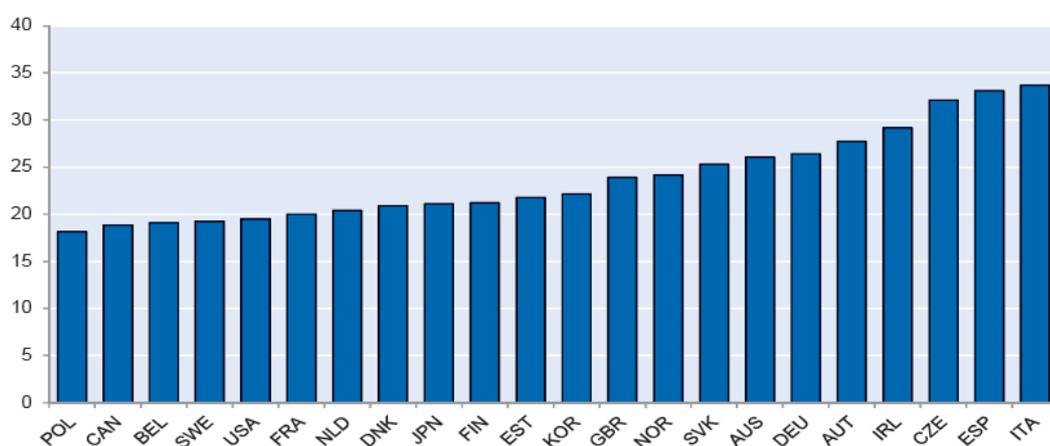
Come si può notare, a certe condizioni Industry 4.0 può far aumentare il numero totale di posti di lavoro nel settore manifatturiero di circa il 10% (da 25 a circa 27 milioni). Tuttavia il punto chiave è che questi 2.5 milioni di posti di lavoro netti in più saranno il risultato di un grosso processo di distruzione e ricreazione di posti di lavoro. Circa 8 milioni di posti di lavoro andranno persi nell'ambito del Digital Manufacturing, divisi in parti più o meno uguali tra posti di lavoro distrutti da aziende che chiudono perché non più competitive, aziende che ristrutturano la propria strategia, ed aziende che sostituiscono forza lavoro con capitale grazie alle nuove tecnologie. Nel contempo, circa 10 milioni di posti di lavoro potrebbero essere creati dalla stessa rivoluzione tecnologica: 1 milione per le nuove funzioni necessarie alla produzione in CPS; 2 milioni da aziende che riallocano la produzione nell'ambito del settore manifatturiero, e circa 7 milioni da aziende che forniranno servizi alle imprese Industry 4.0.

⁷ Fonte: stime Tableau de Bord Assolombarda Confindustria Milano Monza e Brianza su dati Roland Berger.

Il punto chiave è che mentre gli effetti di perdita di circa 8 milioni di posti di lavoro nel settore manifatturiero indotti direttamente o indirettamente da Industry 4.0 sono con molta probabilità destinati a verificarsi nei prossimi anni per effetto del cambio di paradigma tecnologico, e dunque a contesto istituzionale attuale, la creazione dei quasi 10 milioni di posti di lavoro in più che il sistema 4.0 potrebbe contribuire a generare dipende da un cambiamento dello stesso contesto organizzativo ed istituzionale, in particolare in tema di relazioni industriali, in cui l'evoluzione digitale andrà a contestualizzarsi.

Il tema è peraltro particolarmente rilevante in Italia: insieme con la Spagna è questo il paese, secondo i dati OCSE per il 2011-12 sotto riportati (Figura 5), che registra la maggiore percentuale di lavoratori con set di competenze disallineate rispetto alla produttività delle aziende in cui lavorano. Evidentemente questa situazione di relativa rigidità nell'allocazione delle risorse rischia di essere un serio freno allo sviluppo dei guadagni di efficienza, nonché di creazione di nuovi posti di lavoro, che derivano da Industry 4.0.

Figura 5 - Confronto tra i diversi Paesi sulla percentuale di lavoratori con set di competenze disallineate⁸.



Note: The figure shows the percentage of workers who are either over- or under- skilled (see Box 3.2 for definitions), for a sample of 11 market industries: manufacturing; electricity, gas, steam and air conditioning supply; water supply; construction; wholesale and retail trade; transportation and storage; accommodation and food service activities; information and communication; real estate activities; professional, scientific and technical activities, and administrative and support service activities. In order to abstract from differences in industrial structures across countries, the one-digit industry level mismatch indicators are aggregated using a common set of weights based on industry employment shares for the United States.

È dunque evidente che una delle battaglie-chiave di Industry 4.0 sarà quella che si giocherà sul terreno delle relazioni industriali, dove sarà necessario evolvere sempre più dal concetto di “retribuzione garantita”, e da mansioni fisse e rigidamente definite. Evidentemente il contratto nazionale può e per certi versi deve continuare a fornire il contesto generale nel quale definire i rapporti di lavoro, ma le questioni relative alla produttività ed alle specifiche, nuove mansioni che derivano da Industry 4.0 andranno necessariamente affrontate e risolte a livello locale.

Su questo tema, appare di particolare rilevanza l'esperienza sviluppata nell'ambito di Assolombarda Confindustria Milano Monza e Brianza.

In applicazione dell'Accordo Interconfederale 14 luglio 2016, che ha previsto la possibilità di accordi territoriali per agevolare fiscalmente i premi di risultato definiti in aziende prive di rappresentanza sindacale (RSU o RSA), Assolombarda ha sottoscritto con Cgil, Cisl, Uil

⁸ Fonte: Adalet McGowan and Andrews (2015).

tali intese, sia per il territorio di Milano che per quelli di Monza e Brianza e Lodi. Le imprese suddette potranno quindi farvi riferimento per l'istituzione di premi di risultato, con la possibilità di conversione in welfare aziendale e di usufruire dei benefici fiscali e contributivi previsti dalla Legge di Stabilità 2016 per questo tipo di erogazioni.

I premi possono essere definiti per accordo in sede associativa con le OOSLL o, ciò che più conta, stabiliti unilateralmente dall'impresa e da essa comunicati ai lavoratori, al Comitato Sindacale, di seguito descritto, nonché alla DTL (Direzione Territoriale del Lavoro). Per rendere praticabile le intese territoriali sono stati costituiti i relativi Comitati sindacali di valutazione, composti da un rappresentante di ciascuna delle organizzazioni firmatarie dell'accordo territoriale, che avranno il compito di valutare (esprimere valutazioni non decidere) la conformità dei premi ai contenuti dell'accordo territoriale e di valutarne il grado di attuazione. Si tratta di un'importante innovazione per la diffusione di una logica di premi legati a risultati incrementali finalizzati a obiettivi di produttività, redditività, qualità, efficienza e innovazione che può contribuire positivamente al miglioramento della situazione economica.

Infine, a livello micro i dati e le rilevazioni fatte anche attraverso la parte del progetto di ricerca "Focus Group Manifattura 4.0" dedicata a responsabili del personale di una ventina di imprese lombarde concordano sul fatto che l'impatto organizzativo interno di Industry 4.0 riguarderà soprattutto gli addetti che svolgono lavori routinari, sostituibili dall'automazione, e quelli che non si adattano alle nuove esigenze (prima fra tutti, l'esigenza di apprendimento continuo). Una competenza che verrà sempre più richiesta ai lavoratori sarà quella dell'autonomia, che spesso si combinerà con la presenza di un capo solo "in remoto": questo ha evidentemente un enorme impatto sui rapporti gerarchici e richiederà uno sforzo di adattamento e una evoluzione soprattutto da un punto di vista manageriale (spesso i capi sono troppo ancorati al controllo diretto). Il sistema produttivo lombardo si caratterizza, infatti, per una gestione più accentrata rispetto al sistema tedesco: in Lombardia il 63,5% delle imprese ha tra i manager unicamente membri della famiglia proprietaria, contro percentuali inferiori al 50% di Baden-Württemberg e Bayern. Questo incide ovviamente sull'organizzazione aziendale: il management lombardo ha autonomia decisionale nel 14,6% dei casi (10% se consideriamo unicamente le imprese familiari), contro percentuali del 23,7% nel Baden-Württemberg e 21,9% nel Bayern (16,9% e 18% le corrispondenti quote nelle aziende familiari).

3.3.2. Lo smartworking: evoluzione delle forme flessibili del lavoro

Lo Smart Working è una modalità organizzativa fondata sulla restituzione alle persone di flessibilità e autonomia nella scelta degli spazi, degli orari e degli strumenti da utilizzare a fronte di una maggiore responsabilizzazione sui risultati.

In attesa di un provvedimento legislativo che regolamenti lo strumento si può affermare che lo Smart Working necessita di una nuova cultura aziendale e nuovi modelli organizzativi, una nuova visione di fondo basata sulla responsabilizzazione e fiducia allo scopo di rendere il lavoratore libero di organizzare il proprio lavoro in autonomia.

Tutto ciò comporta l'utilizzo di tecnologie che permettono di essere in contatto sempre, da ogni luogo in ogni momento con la conseguenza che si innoveranno i sistemi di monitoraggio e valutazione dei lavoratori legati agli obiettivi e non più alla presenza sul luogo di lavoro.

La ricerca di spazi funzionali per la tipologia di lavoro da svolgere e la ricerca della flessibilità nella scelta del luogo di lavoro potranno inserirsi in un nuovo quadro di relazioni industriali che intendono il rapporto tra le parti non più confinato esclusivamente nello stretto ambito sindacale, bensì allargato alle relazioni interne dirette con il personale.

Ai manager delle risorse umane Industry 4.0 nella sua declinazione dello Smartworking richiederà un nuovo e diverso approccio organizzativo e nuove strategie e competenze comunicative, capaci di coinvolgere direttamente i lavoratori nell'implementazione dei piani di Smartworking.

3.4. Sistema educativo

3.4.1. Industry 4.0 e nuove competenze: un quadro d'insieme

Se dal punto di vista tecnologico le innovazioni che caratterizzano Industry 4.0 - pur in continua evoluzione - appaiono sufficientemente mature e disponibili sul mercato, occorre invece approfondire il discorso sulle competenze necessarie per presidiare le nuove modalità di gestione operativa dei flussi produttivi nel loro complesso. Peraltro, considerando il contesto del tessuto produttivo italiano, fortemente frammentato e con poche filiere strutturate, il vero elemento attivatore della diffusione delle tecnologie e più in generale del paradigma 4.0 è il capitale umano, su cui è necessario lavorare in maniera pervasiva per lo sviluppo delle *skill* necessarie ad adottare e valorizzare al meglio le nuove tecnologie.

A livello preliminare, è opportuno chiarire il concetto di competenza. In linea con l'impianto europeo, la competenza può essere definita come la *“mobilitazione dinamica e articolata da parte del soggetto di un insieme di risorse necessarie per gestire e presidiare una o più aree di attività al fine di conseguire un determinato risultato lavorativo (output) in termini di qualità e nel rispetto dei parametri attesi”*. La competenza è quindi costituita da un insieme di elementi, alcuni dei quali hanno a che fare con la natura del lavoro, e si possono quindi individuare analizzando compiti e attività svolte; altri invece hanno a che fare con le caratteristiche del soggetto, che si mettono in gioco quando questi si attiva nei contesti operativi.

A partire da questo concetto, si possono suddividere le competenze in tre diverse macro-aree:

- competenze di base, cioè l'insieme delle conoscenze (e delle loro capacità d'uso) che costituiscono sia la base minima per l'accesso al lavoro, sia il requisito per l'accesso a qualsiasi percorso di formazione ulteriore;
- competenze trasversali, che entrano in gioco nelle diverse situazioni lavorative e consentono al soggetto di trasformare i saperi in comportamenti lavorativi efficaci in contesti specifici;
- competenze tecnico-professionali, costituite dai saperi e dalle tecniche connesse con l'esercizio delle attività richieste dai processi di lavoro nei diversi ambiti professionali.

Date tali premesse, la prima considerazione da fare è che l'evoluzione digitale, presupposto dei nuovi paradigmi produttivi di Industry 4.0, non è solo un aspetto tecnologico. Si tratta di un fenomeno di cambiamento radicale, abilitato dalla tecnologia, che si basa sul ridisegno:

1. del *business model* dell'azienda;
2. dei processi di *business* e di creazione del valore;
3. dei ruoli aziendali, inclusa la creazione di nuove figure professionali prima inesistenti.

La seconda considerazione riguarda gli elementi essenziali, affinché l'evoluzione digitale possa avere successo. Prima di affrontare aspetti tecnologici, ogni impresa infatti è chiamata a mettere in atto un lavoro strategico per sviluppare:

- una visione chiara di come vuole essere nel futuro a breve e medio termine: quali clienti servire, come raggiungerli, quale valore offrire al mercato, come crearlo, con chi, in quale ecosistema e con quale piattaforma;
- una cultura digitale diffusa al proprio interno, affinché ogni collaboratore possa essere agente del cambiamento;
- una leadership consolidata a supporto dell'evoluzione digitale, diffusa a tutti i livelli della popolazione aziendale, dal management fino a coloro che si interfacciano direttamente con il cliente finale.

La terza considerazione è che Industry 4.0 necessita nelle figure professionali chiamate a presidiare i diversi processi aziendali una interconnessione dei saperi tra le diverse aree tecniche prioritariamente interessate: meccanica, informatica, elettronica, elettrotecnica. Ciò presuppone che il sistema educativo e formativo (secondario e terziario) sia caratterizzato da:

- contaminazione dei saperi e delle conoscenze;
- interdisciplinarietà (non più 'silos' verticali, con impatti sia sugli indirizzi di studio secondari, sia sui corsi di laurea ancora troppo verticali);
- impostazione didattica comprensiva di pratiche ed esperienze sul campo (in azienda).

3.4.2. Competenze di base, trasversali e tecnico-professionali 4.0

L'adozione di modelli produttivi imperniati su Industry 4.0 comportano un ampliamento del 'tradizionale' set di competenze di base che devono possedere le figure professionali in azienda, finora imperniato su un'adeguata conoscenza linguistica e dei principali *tool* informatici di base.

A questo set di competenze si aggiungono:

- il pensiero computazionale, ovvero il processo mentale che sta alla base della formulazione dei problemi e delle loro soluzioni; si tratta in sostanza dello sforzo che un individuo deve mettere in atto per fornire a un altro individuo o macchina tutte e sole le 'istruzioni' necessarie affinché questi eseguendole sia in grado di portare a termine il compito dato;
- il *coding*, ossia la capacità di risolvere problemi complessi applicando la logica del paradigma informatico, tradizionalmente imperniato su una sequenza di istruzioni;
- la capacità di modellazione, ossia la capacità di rappresentare la realtà tramite modelli;
- il pensiero e le abilità logico-matematiche;
- la capacità di risoluzione di problemi attraverso algoritmi.

Per quanto concerne competenze trasversali (cd. *soft skills*), ovvero quelle capacità che raggruppano le qualità personali, l'atteggiamento in ambito lavorativo e le conoscenze nel campo delle relazioni interpersonali. Una delle chiavi della nuova organizzazione del lavoro è quella che può definirsi come 'disgregazione' delle figure specifiche, attraverso la quale si creano squadre di lavoratori che possiedono competenze di diverso tipo e che possono utilizzarle a seconda delle attività e in particolare delle problematiche che sorgono. Alla luce di tale impostazione organizzativa, diventeranno sempre più importanti quelle competenze proprie di un ambiente di lavoro caratterizzato da complessità e flessibilità. La capacità di adattamento, la flessibilità sul luogo di lavoro e la capacità di apprendimento sono quelle meta-competenze senza le quali il processo di innovazione della manifattura digitale non è in grado di svolgersi a pieno. Non si tratta di un tema nuovo, in quanto le aziende da tempo ricercano nelle risorse umane da inserire queste caratteristiche trasversali; la novità è tuttavia rappresentata dal ruolo decisivo che la Digital Manufacturing assegna sempre più a tali competenze. L'interoperabilità tra le diverse funzioni aziendali, ma anche con l'intera catena di produzione del valore rafforzerà quindi il 'peso' delle *soft skills* nell'ambito dei *job profiles* delle aziende manifatturiere proiettate nella logica di Industry 4.0. Tra le *soft skills* che acquisiranno un valore sempre più decisivo, si possono annoverare:

- il problem solving;
- il pensiero critico;
- la capacità di lavorare in team;
- la capacità di leadership;

- il project management (nella connotazione ‘agile’ per quanto concerne i progetti interni all’azienda, mentre si conferma nella metodologia più ‘tradizionale’ nelle realtà system integrated).

Con riferimento alle competenze tecnico-professionali, fondamentali per agire con efficacia le innovazioni dei cicli di produzione del valore delle aziende del comparto manifatturiero, è opportuno collegarle ai diversi processi aziendali, nei quali si inseriscono le figure professionali chiamate a presidiarli. Da questo punto di vista, appare utile distinguere i processi aziendali e i relativi assetti organizzativi tra imprese fornitrici di tecnologie 4.0 (soprattutto ICT e mecatronica, ma non solo) e imprese prevalentemente utilizzatrici di tali tecnologie.

Nelle imprese manifatturiere il processo produttivo sarà sempre più automatizzato e interconnesso e le tecnologie digitali si muoveranno lungo quattro direttrici: la prima è quella della gestione dei dati (*Big Data, Cloud Computing*), la seconda è quella della valorizzazione dei dati, e in parte saranno le stesse macchine che impareranno a gestire i dati accumulati (*machine learning*), la terza è quella della interazione uomo-macchina (*linguaggio naturale, gestualità, rappresentazioni tridimensionali, sensoristica wearable, ...*) e infine la quarta, quella della robotica (*machine to machine*) e della comunicazione.

Una figura particolarmente rilevante sarà il Data Scientist, ossia una risorsa in grado di analizzare in chiave di *business* tutte le informazioni che le organizzazioni producono. Si tratta di una figura caratterizzata da una forte interdisciplinarietà e in possesso delle seguenti competenze:

- modellare, progettare e analizzare grandi quantità di dati per produrre soluzioni per problemi complessi;
- creare e rappresentare dati, conoscenze e informazioni secondo modalità chiare, comprensibili e stimolanti;
- comprendere e valutare le implicazioni nelle problematiche giuridiche, etiche e sociali connesse a tale utilizzo.

Rilevano inoltre come figure chiave di tali processi, anzitutto, i progettisti e i tecnici mecatronici e dei sistemi di automazione industriale. Ai primi, a seguito della progressiva implementazione delle tecnologie di prototipazione rapida e di stampa 3D, saranno richieste le seguenti competenze: definire il prodotto e i suoi componenti in relazione alla loro struttura e forma, coerentemente con i requisiti di funzionalità ed economicità assegnati al progetto; produrre, a partire dalle specifiche di progetto assegnate, i disegni costruttivi dei sistemi e dei componenti da realizzare; mettere a punto ed eseguire, con l’ausilio di tecniche di prototipazione rapida o virtuale, le prove necessarie a validare le specifiche progettuali e costruttive del prodotto. Per i tecnici mecatronici sarà necessario sviluppare competenze in ordine alla capacità di: programmare, integrare, controllare macchine e sistemi automatici destinati ai più diversi tipi di produzione; utilizzare dispositivi di interfaccia tra le macchine controllate e gli apparati programmabili che le controllano; ricercare e selezionare sul mercato le *best available technologies (technologies scouting)*.

Per contro, con riguardo alle aziende fornitrici di tecnologie digitali, i nuovi paradigmi

produttivi richiedono risorse capaci di sviluppare soluzioni e prodotti innovativi, cioè figure in grado non solo di gestire la sempre crescente complessità, quantità e varietà di tecnologie del mondo del *hardware/software*, ma anche di gestire l'intero flusso concettuale che va dall'idea alla realizzazione del prodotto finale, studiandone l'innovazione, la possibile commercializzazione, il paradigma di interazione con l'utente e chiaramente la realizzazione finale.

Nell'ambito delle funzioni tipiche delle aziende ICT, fornitrici di tecnologie digitali, le figure chiave connesse con Industry 4.0 sono quelle riconducibili ai processi di progettazione (*plan*) e sviluppo (*build*), rappresentate nel grafico sotto riportato: Business Analyst, Systems Analyst, Enterprise Architect, System Architect, Developer, Database Administrator, Systems Administrator, Network specialist.

La sempre maggiore diffusione di soluzioni cloud richiede ai sistemisti (ambito *hardware*) competenze innovative di installazione e gestione di un *data center* virtualizzato (indispensabili per l'implementazione di servizi di *cloud computing*) che si aggiungono a quelle tradizionali di *system* e *network administration*:

- progettare un'infrastruttura *datacenter* virtualizzata e scalabile in grado di ospitare servizi per il *cloud computing*;
- installare, configurare e gestire un sistema di virtualizzazione per *datacenter* e infrastrutture *cloud*.

Ai tecnici sviluppatori (ambito *software*) sarà chiesto di progettare e implementare soluzioni riconducibili alla sfera del *machine learning* e dell'*Internet of Thing*. Entrano in gioco competenze quali:

- realizzare applicazioni in diverse aree dell'intelligenza artificiale, dalla comprensione del linguaggio naturale alla ricerca di soluzioni ed alla pianificazione;
- utilizzare una piattaforma per lo sviluppo di sistemi composti da più agenti intelligenti e un linguaggio di programmazione orientato agli agenti;
- identificare e configurare le modalità di connessione di sensori, *device embedded*, *device* intelligenti;
- sviluppare le componenti software per l'acquisizione e l'integrazione di dati e la comunicazione tra sensori e dispositivi con l'utilizzo di diverse tecnologie di comunicazione.

3.4.3 Le politiche per il sistema educativo

Lo sviluppo delle competenze funzionali all'introduzione delle nuove tecnologie digitali nell'ambito dei processi produttivi comporta significativi impatti sul sistema educativo del nostro Paese.

Se, da un lato, il sistema universitario sta progressivamente implementando la propria offerta didattica con nuovi percorsi, soprattutto di laurea magistrale, dall'altro, prevale ancora una impostazione di insegnamento di stampo verticale che non aiuta lo sviluppo di adeguate competenze interdisciplinari. Lo stesso discorso vale per il segmento secondario dell'istruzione tecnica, laddove gli indirizzi di studio sono ancora segmentati sulla base dei comparti economici tradizionali.

In questo quadro è interessante la prospettiva dei percorsi di formazione terziaria professionalizzante, che si caratterizzano per una stretta connessione con le professionalità richieste dal tessuto produttivo, anche in termini di sviluppo di *tool* specialistici in connessione con i diversi *vendor* di tecnologie.

Inoltre è opportuno aggiungere una considerazione di fondo sull'impostazione complessiva del nostro sistema di istruzione e formazione. Per i loro requisiti di specificità, settorialità e specializzazione, le competenze della manifattura digitale non possono essere trasferite unicamente attraverso gli attori tradizionali ma sono necessari più piani di apprendimento. La formazione teorica presso le istituzioni formative necessita di essere affiancata da una formazione nei luoghi di lavoro, intendendo l'impresa in una accezione più ampia rispetto a una semplice attività economica produttrice di beni, ma come un luogo di crescita e formazione delle proprie risorse umane. Occorre quindi consolidare un sistema di alternanza scuola-lavoro di alto livello da realizzarsi non solamente durante i percorsi di scuola secondaria, ma anche durante l'istruzione terziaria.

Tutto ciò necessita di un approccio di sistema che si traduce nella definizione e implementazione misurabile di un Piano nazionale e regionale di:

- individuazione specifica delle competenze realmente richieste;
- programmazione mirata all'interno dei vari gradi del sistema educativo, con particolare attenzione alla ri-focalizzazione degli ITS sulla digitalizzazione dei processi produttivi e con la creazione di corsi universitari (e post-universitari) dedicati;
- rafforzamento del dottorato di ricerca industriale dedicato, veicolo di innovazione e trasferimento di conoscenze;
- rafforzamento ed estensione dell'alternanza scuola/lavoro, focalizzato sull'adozione delle tecnologie 4.0.

È necessario che il Piano sia sviluppato secondo una metodologia che:

- parta dai *gap* di *skills* 4.0 (*hard* e *soft*) percepite dal sistema produttivo;
- sia misurabile;
- abbia tempi compatibili con le esigenze di mercato;
- sia sufficientemente reattivo da adattarsi alla velocità dei cambiamenti tecnologici in atto.

Considerando il ritardo degli investimenti delle imprese italiane in '4.0', e l'evoluzione rapida delle tecnologie digitali, tale piano di adeguamento del sistema educativo, fondamentale per rendere pervasivo l'uso delle tecnologie, richiede una misurazione continuativa, certa e puntuale. L'introduzione di questi percorsi di *education* accelerati rappresentano anche una straordinaria occasione di inserimento dei giovani nel mondo del lavoro.

3.5. Lombardia come polo di competenza e riferimento della manifattura europea e globale

Le linee di intervento proposte sono molteplici, certamente complesse ed in parte correlate, e al policy maker è richiesta la capacità di agire con **organicità** (usando diverse leve allineate verso un obiettivo individuato, chiaro ed esplicito) e con **sistematicità** (garantendo cioè le condizioni affinché si possano apprezzare gli effetti su un orizzonte adeguatamente pluriennale delle linee sviluppate).

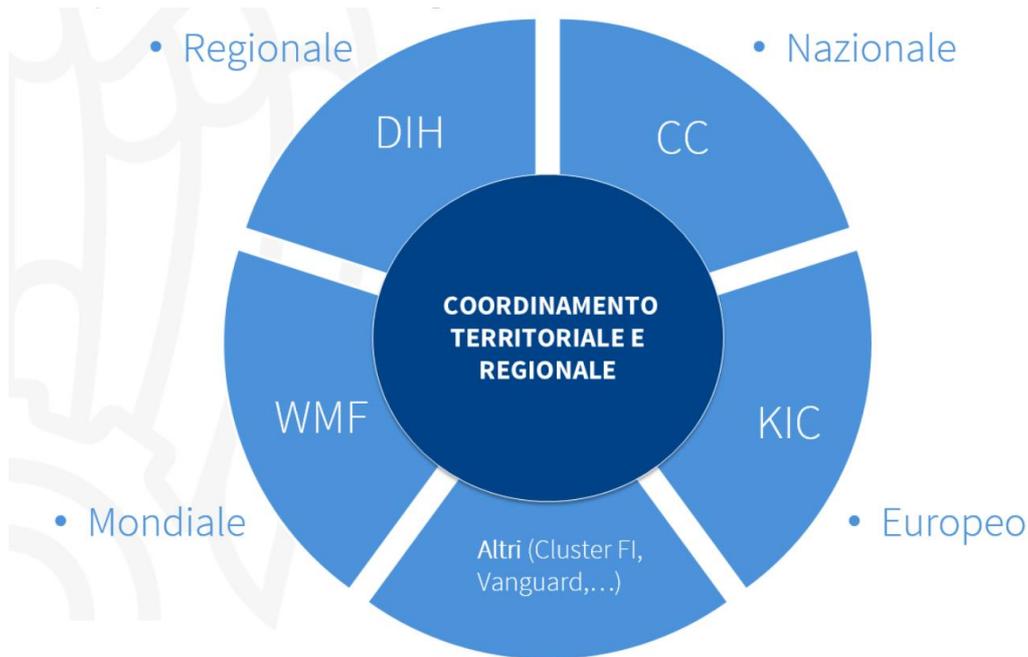
La cornice del piano nazionale richiede una declinazione attuabile calata sulle dinamiche specifiche del territorio di riferimento, e soprattutto misurabile. La **dimensione regionale** è la più adeguata ad interpretare ed assimilare importanti programmi di politica industriale nazionale e comunitaria ed a trasferirli, in maniera amplificata, verso il tessuto economico locale.

Si delinea in maniera chiara la necessità della **costituzione di un meccanismo di allineamento di strumenti abilitatori distinti ma fortemente integrati** nella centralità del territorio milanese e lombardo in tema di Industria 4.0. Questo sistema di abilitatori, finalizzati allo sviluppo del manifatturiero sul territorio lombardo, può costituire un **benchmark di riferimento** per le altre iniziative sviluppate sul territorio nazionale.

Gli “abilitatori” su cui sviluppare questa strategia coordinata includono (*cf* Figura 6):

1. i **Competence Centre nazionali** previsti dalla strategia europea per la digitalizzazione dell'industria e ripresi dal Piano nazionale Industria 4.0;
2. i **Digital Innovation Hub**, previsti sia dalla strategia europea per la digitalizzazione dell'industria, sia dal piano nazionale Industria 4.0, e che nella visione di Assolombarda dovranno avere una dimensione regionale,
3. la **Knowledge Innovation Community europea sull'Added Value Manufacturing**,
4. il **World Manufacturing Forum**, di rilevanza **globale**.
5. il collegamento con gli ulteriori strumenti attivati a livello nazionale e internazionale, ad esempio la **Vanguard Initiative**, il **Cluster Nazionale Fabbrica Intelligente** ecc.

Figura 6 - Gli “abilitatori” su cui sviluppare una strategia coordinata, ed i rispettivi ambiti.



Si rileva inoltre che il programma nazionale Industria 4.0 delinea un Piano per l’education e per lo sviluppo delle competenze che individua degli obiettivi generali ma non è declinato nei territori e non è misurabile nei risultati. Solo l’intervento dell’attore Regionale può garantire continuità e organicità delle iniziative che verranno avviate, attraverso interventi coordinati e sistemici che lavorino alla **diffusione pervasiva delle skill 4.0 sul territorio**.

La costituzione di un meccanismo di livello territoriale e regionale risulta centrale per il supporto, l’allineamento e la sincronizzazione degli interventi, siano essi collegati al piano nazionale Industria 4.0 o a strategie di livello internazionale. L’obiettivo finale è la **massimizzazione dell’impatto, rispetto alle singole iniziative, sulle imprese del territorio lombardo**; questo potrà avvenire anche attraverso l’attivazione di risorse aggiuntive rispetto a quanto previsto dai singoli strumenti, sulla base dell’interesse di key players industriali ed istituzionali a sostenere il processo.

In particolare si propongono i seguenti **due interventi**:

1. Ognuno degli “abilitatori” ha una valenza ed una struttura diversa ma un unico obiettivo esplicito o potenziale, lo sviluppo del manifatturiero in Lombardia. Inoltre, **il sistema delle imprese si trova in posizione di leadership o co-leadership, oppure di forte influencer delle attività** (Figura 7). È quindi necessario un meccanismo che, non rappresentando un ulteriore “layer” decisionale, operi in stretto collegamento con gli “abilitatori” citati, per favorire l’allineamento e lo sviluppo coordinato delle iniziative, cercando di garantirne il migliore effetto e la maggiore efficacia.

Figura 7 - Gli “abilitatori” su cui sviluppare una strategia coordinata – Il ruolo centrale delle imprese.

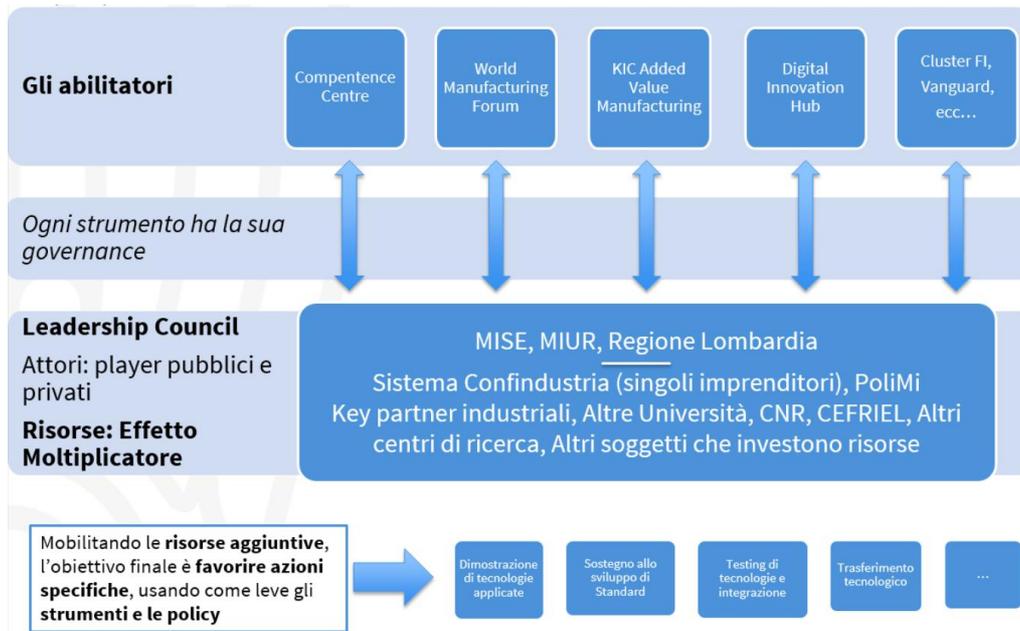
Il ruolo centrale delle Imprese: Leader, Co-leader, Influencer

	Competence Centre <ul style="list-style-type: none">Localizzazione presso poli universitari di eccellenza con il coinvolgimento dei grandi player privati ed altri centri di ricerca
	Digital Innovation Hub <ul style="list-style-type: none">Localizzazione presso le associazioni imprenditoriali di riferimento
	KIC Added Value Manufacturing <ul style="list-style-type: none">I centri di co-localizzazione sono costituiti da una cordata internazionale composta da università, centri di ricerca e imprese
	World Manufacturing Forum <ul style="list-style-type: none">Il Forum riunisce esperti di politica mondiale, leader del settore manifatturiero dalle grandi multinazionali alle piccole e medie imprese, leader accademici
	Cluster Fabbrica Intelligente <ul style="list-style-type: none">Raccoglie imprese di grandi e medio-piccole dimensioni, università e centri di ricerca, associazioni imprenditoriali, distretti tecnologici, organizzazioni non governative e altri stakeholder attivi nel settore del Manufacturing e della Fabbrica Intelligente
	Vanguard <ul style="list-style-type: none">Regione Lombardia quale interfaccia lombarda per l'iniziativa ha indicato AFIL; l'associazione è costituita da imprese, università, organismi di ricerca e enti territoriali per la crescita del manifatturiero lombardo

Il **Leadership Council** (che avrà la forma di un tavolo di alto livello) punterà a raccogliere in particolare due ordini di soggetti:

- **rappresentanti del sistema imprenditoriale**, inclusi key player industriali interessati a contribuire alla massimizzazione dell'impatto dell'Industria 4.0 sulla competitività del sistema produttivo milanese e lombardo;
 - **player pubblici e privati che partecipino alla governance dei singoli “abilitatori” citati**, e che risultino strategicamente legati al territorio milanese e lombardo
2. Il sostegno diretto allo sviluppo di competenze e capitale umano ed all'adozione di tecnologie nelle imprese è obiettivo connaturato e specifico dell'ente governativo Regionale. Su questa linea di attività **è necessaria l'attivazione di una partnership strategica tra Assolombarda (e tutto il sistema Confindustria in Lombardia) e la Regione Lombardia, volta a definire ed implementare un piano strategico ed operativo a favore della diffusione di skill e competenze 4.0.**

Figura 8 - Leadership council.



3.5.1 I principali soggetti partecipanti al Leadership Council

Si ritiene che la struttura più efficace per ottenere l’atteso effetto moltiplicatore (cfr Figura 8) possa essere un tavolo di indirizzo e allineamento, che raccolga in prima istanza i 5 gruppi di attori di seguito descritti:

L’Ecosistema Lombardo

La Regione rappresenta il livello amministrativo in cui si concentrano parte della programmazione europea di maggior impatto sulle imprese (programmazione dei fondi strutturali, in particolare FESR e FSE) e competenze strategiche a sostegno della competitività dei sistemi imprenditoriali (si pensi ad esempio alla definizione della Smart Specialisation Strategy – S3). La Regione Lombardia è inoltre attore fondamentale nella definizione e nel sostegno ai programmi di education, non solamente universitari, e nelle politiche di incrocio tra domanda ed offerta di figure professionali. In ultimo, è partner strategico in iniziative chiave per la manifattura del territorio, come evidenziato dal caso del World Manufacturing Forum, che la Regione Lombardia ha annunciato voler portare stabilmente sul territorio lombardo.

Il Ministero dello Sviluppo Economico

Il MISE rappresenta l’attore principale nella declinazione operativa del Piano nazionale Industria 4.0, ed in particolare delle sue linee di sostegno alla diffusione delle tecnologie nelle imprese; inoltre, il MISE costituisce un importante capofila anche per gli interventi di policy afferenti ad altri Ministeri.

Il Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca

Si rileva in maniera chiara la volontà di determinare iniziative connesse alle competenze ed

alle Università (education, Competence Centre) in maniera strettamente legata alle esigenze imprenditoriali, e dunque in un meccanismo *pull*, che ne fanno più chiaramente il centro della sintesi dell'attività governativa su questi temi. Il MIUR può giocare un ruolo centrale anche in considerazione del programma strategico sviluppato attraverso i Cluster nazionali.

Il sistema Confindustria in Lombardia (Assolombarda e Confindustria Lombardia)

È chiara la volontà del tessuto imprenditoriale di mettersi in gioco direttamente, anche attraverso la sua forma associata, per essere co-leader del cambiamento. In linea con i principi spesso espressi a livello comunitario, si ritiene infatti che il coinvolgimento di singoli imprenditori, espressioni della business community, possa garantire il contributo di “vision” e l’esperienza di guida di processi imprenditoriali competitivi necessari per sostenere un approccio *demand-driven* coerente, efficace e misurabile.

Key partners industriali

In aggiunta alla componente associativa, si ritiene indispensabile anche il coinvolgimento diretto di alcuni specifici Key Partner industriali costituiti, ad esempio, da significativi technology provider di livello nazionale ed internazionale. Si rende infatti fondamentale assicurare l’allineamento con quei soggetti che possono esprimere il commitment necessario a garantire la messa a disposizione delle tecnologie allo stato dell’arte a livello internazionale; questo elemento assume carattere centrale nell’aspettativa di poter costruire uno o più centri di “tecnologia applicata ed integrata” all’interno dei Competence Centre (fabbriche modello, test centre integrati a disposizione sia di imprese sia di studenti e ricercatori interessati a rafforzare skill e competenze in ambito 4.0), con la necessità di provvedere al continuo aggiornamento delle tecnologie installate.

Università e Centri di Ricerca

Assume altissimo valore la componente delle Università e dei Centri di Ricerca, sia come fornitori delle competenze e delle capacità adatte a mettere a frutto le tecnologie e le opportunità portate sul territorio attraverso gli strumenti integrati (mondiali, europee, nazionali e regionali), sia come attivatori di dimostrazione tecnologica. Nella declinazione del modello territoriale lombardo, l’attore di riferimento e partner inderogabile tra le Università è il Politecnico di Milano, e tra i Centri di Ricerca CNR-ITIA e CEFRIEL.

Nel seguito, si riassumono le caratteristiche principali degli strumenti citati:

Competence Centre

Strumenti, previsti dalla strategia europea per la digitalizzazione dell’industria e ripresi dal Piano del Ministero dello Sviluppo Economico, di diffusione della tecnologia, della conoscenza e delle competenze derivanti dalla trasformazione digitale dell’industria.

Verranno individuati pochi e selezionati Competence Centre nazionali sulla base della focalizzazione e della specializzazione tecnologica degli atenei di riferimento, con forte coinvolgimento di player privati.

Si avrà quindi la creazione di centri nazionali con radicamento regionale accessibili da imprenditori, capitale umano e ricercatori da tutto il territorio nazionale. In una fase successiva del programma dovrà essere previsto l'allargamento del network, a livello europeo, sulla base delle specializzazioni dei singoli centri.

Saranno strutturati in maniera da garantire:

3. Formazione e awareness su I4.0
4. Live demo su nuove tecnologie e accesso a best practice in ambito I4.0
5. Advisory tecnologica per PMI su I4.0
6. Lancio ed accelerazione di progetti innovativi e di sviluppo tecnologico
7. Supporto alla sperimentazione e produzione "in vivo" di nuove tecnologie I4.0
8. Coordinamento con centri di competenza europei

Digital Innovation Hub

Rappresenteranno il ponte tra imprese e ricerca con lo scopo primario di realizzare una politica di awareness pervasiva, territoriale e fortemente indirizzata alle Piccole e Medie Imprese. Si ipotizza una diffusione estesa sul territorio, con localizzazione presso strutture già esistenti, quali le associazioni imprenditoriali di riferimento. Secondo quanto riportato nel piano nazionale hanno il compito di:

- Sensibilizzazione delle imprese su opportunità esistenti in ambito I4.0
- Supporto nelle attività di pianificazione di investimenti innovativi
- Indirizzamento verso Competence Center I4.0
- Supporto per l'accesso a strumenti di finanziamento pubblico e privato
- Servizio di mentoring alle imprese
- Interazione con DIH europei

KIC Added Value Manufacturing

L'European Institute for Innovation and Technology (EIT), con sede a Budapest, ha l'obiettivo di stimolare e capitalizzare la capacità di innovazione del triangolo della conoscenza (Education, Research, Innovation).

L'attività dell'Istituto è articolata in **Knowledge and Innovation Community (KIC)**, ovvero comunità tematiche finanziate per il 25% dall'Eit e per il 75% da privati, enti locali e centri di ricerca.

- ✓ Le KIC sono finalizzate a divenire **poli di eccellenza per la ricerca e lo sviluppo di nuove idee nelle materie di rispettiva competenza**, individuare e suggerire nuove opportunità di business, svolgere attività di formazione ed educazione della classe imprenditoriale.
- ✓ Ciascuna KIC è caratterizzata al suo interno da **“centri” geograficamente distribuiti sul territorio europeo**. In linea di massima i centri di co-locazione sono costituiti da una cordata internazionale composta da università, centri di ricerca e imprese, ovvero tutti gli attori del “triangolo dell'innovazione”.
- ✓ In ciascun centro **vengono svolte attività di education, research e business coordinate con il piano di lavoro** della KIC di riferimento.

Le candidature per la KIC si sono chiuse e sono attualmente in corso le fasi di valutazione delle proposte. La designazione è prevista per la fine dell'anno 2016. A questo proposito è opportuno segnalare come la proposta in valutazione prevede di assegnare a Milano la sede del centro di co-locazione riferimento per Italia, Svizzera e Balcani.

World Manufacturing Forum

Il Forum riunisce:

- ✓ esperti di politica mondiale
- ✓ leader del settore manifatturiero dalle grandi multinazionali alle piccole e medie imprese
- ✓ leader accademici

per discutere delle sfide economiche, sociali e tecnologiche che hanno un impatto sulla manifattura mondiale. Nel corso del Forum vengono approfondite le politiche di sostegno e la definizione dei megatrend di produzione, le sfide per le PMI nel mercato globale, l'intelligenza di produzione, l'innovazione sociale come driver per i nuovi prodotti, servizi e tecnologie, le sfide finanziarie che influenzano le economie industrializzate emergenti, l'economia circolare con rifiuti zero, e le tecnologie disruptive. Il sistema Confindustria in Lombardia sta lavorando in stretta collaborazione con Regione Lombardia, il Politecnico di Milano e la Commissione europea (DG Ricerca e DG Connect) per organizzare stabilmente a Milano il World Manufacturing Forum.

Cluster Fabbrica Intelligente

Il Cluster Tecnologico Nazionale Fabbrica Intelligente raccoglie imprese di grandi e medio-piccole dimensioni, università e centri di ricerca, associazioni imprenditoriali, distretti tecnologici, organizzazioni non governative e altri stakeholder attivi nel settore del Manufacturing e della Fabbrica Intelligente.

La missione del Cluster Fabbrica Intelligente è proporre, sviluppare e attuare una strategia basata sulla ricerca e l'innovazione, in grado di:

- indirizzare la trasformazione del settore manifatturiero italiano verso nuovi prodotti-servizi, processi e tecnologie in grado di sfruttare e sviluppare con successo il patrimonio unico di risorse offerte dal nostro paese
- creare una comunità manifatturiera nazionale stabile e più competitiva nella progettazione, esecuzione e valorizzazione dei risultati della ricerca
- collegare le politiche di ricerca nazionali e regionali con quelle internazionali, con lo scopo di aumentare la possibilità delle imprese e delle Regioni di utilizzare fondi di ricerca europei

Il Cluster è un'associazione senza fini di lucro, costituitasi nel settembre del 2012 a seguito dell'emanazione di un bando del Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca finalizzato alla costituzione di Cluster Tecnologici nazionali.

Le attività riguardano:

- realizzazione di progetti di ricerca applicata
- creazione di occasioni di trasferimento tecnologico, circolazione e condivisione delle conoscenze, networking
- contributo all'utilizzazione efficace di competenze e attrezzature mediante la condivisione delle infrastrutture di ricerca e la mobilità del personale
- sostegno e facilitazione di un'imprenditorialità intelligente e sostenibile, basata principalmente sui risultati della ricerca
- supporto alle attività di previsione tecnologica a livello regionale, nazionale, internazionale nel settore della fabbrica intelligente
- supporto alla crescita del capitale umano.

Vanguard

Regione Lombardia, insieme ad altre Regioni europee, ha condiviso l'iniziativa proposta del Presidente delle Fiandre denominata "Vanguard Initiative – New Growth by Smart Specialisation. Engagement for the future of industry in Europe". Le Regioni aderenti alla Vanguard Initiative – Vi intendono avere un ruolo chiave per la nuova crescita europea in ambito industriale, individuando le "specializzazioni intelligenti" quali motori per lo sviluppo di nuovi settori emergenti in grado di trainare le dinamiche di crescita in Europa. Regione Lombardia ha indicato AFIL quale interfaccia lombarda per la definizione e lo sviluppo dei contenuti tecnici dell'iniziativa Vanguard. Nel medio termine, lo scopo di Vanguard è proporre alla Commissione Europea delle iniziative progettuali che portino allo sviluppo di importanti infrastrutture a supporto dell'innovazione, quali impianti pilota, realizzate attraverso lo sviluppo di aggregazioni stabili tra imprese e centri di ricerca tra Regioni Europee sulla base della loro specializzazione manifatturiera. AFIL ha aperto una

serie di tavoli per monitorare e favorire la partecipazione del sistema lombardo a questa iniziativa all'interno dei tre "pilot initiatives" di Vanguard:

- ESM – Efficient and Sustainable Manufacturing” (Coordinatori Lombardia e Catalonia)
- High Performance Production with 3D Printing” (Coordinatori Flanders, Norte e Southe Netherlands)
- Advanced Manufacturing to meet the challenges for off-shore oil/gas and renewable energy applications” (Coordinatore Scozia)

Elenco position paper pubblicati:

– “Politiche per l'innovazione e le startup: alcune proposte di policy e action per la discussione” N° 01/2016

www.assolombarda.it
www.farvolaremilano.it
www.assolombardanews.it

