

# The Digital Manufacturing Revolution

## Quali prospettive per le aziende manifatturiere Italiane?

Una ricerca condotta dal Laboratorio RISE  
Dipartimento di Ingegneria Meccanica ed Industriale (DIMI)  
Università degli Studi di Brescia

*The first industrial revolution began in Britain in the late 18th century with the mechanisation of the textile industry. The second began in America in the early 20th century with the assembly line, which ushered in the era of mass production. As manufacturing goes digital, a third great change is now gathering pace."*

Paul Markillie (2012), The Economist

# The Digital Manufacturing Revolution

## Quali prospettive per le aziende manifatturiere Italiane?

Una ricerca condotta dal Laboratorio RISE  
Dipartimento di Ingegneria Meccanica ed Industriale (DIMI)  
Università degli Studi di Brescia

## **Disclaimer**

Il presente documento è stato redatto da Andrea Bacchetti e Massimo Zanardini del Laboratorio RISE (Research & Innovation for Smart Enterprises) dell'Università degli Studi di Brescia.

Il documento è stato inoltre revisionato da Marco Perona di RISE.

La proprietà intellettuale del documento e dei suoi contenuti appartiene a RISE.

L'utilizzo e la riproduzione di questo materiale sono consentiti solo con il consenso scritto di RISE.

Ogni abuso potrà essere perseguito secondo quanto stabilito dalle vigenti leggi.

# Gli autori della ricerca



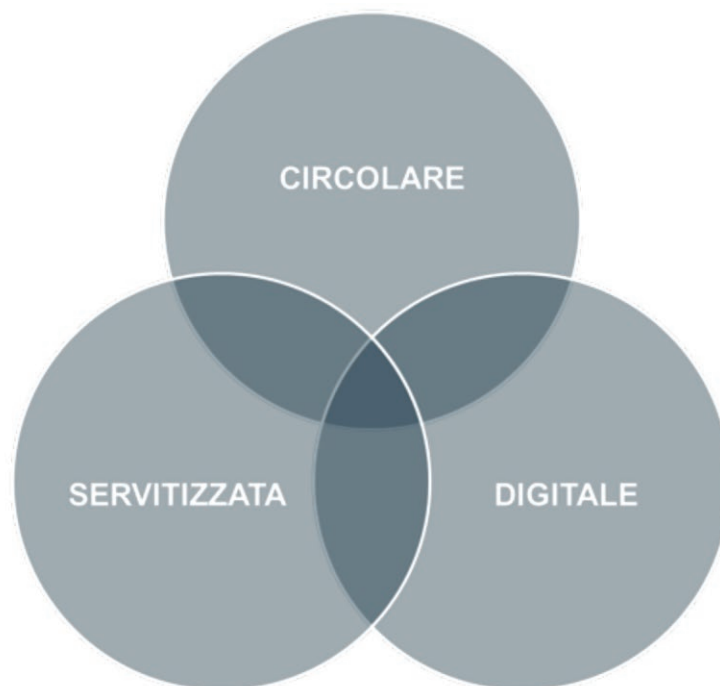
## Il laboratorio RISE

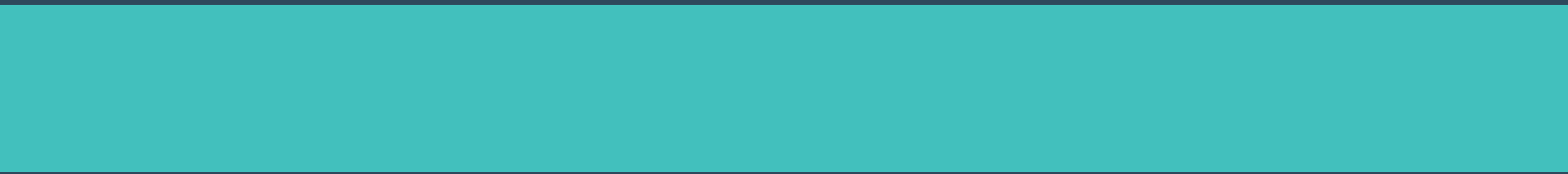
Il Laboratorio **RISE - Research & Innovation for Smart Enterprises** ([www.rise.it](http://www.rise.it)) è attivo presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica ed Industriale dell'Università degli Studi di Brescia.

Il Laboratorio sviluppa la propria attività su tre aree di interesse principali: **Produzione** (Affidabilità, manutenzione & TPM, Tracking & tracing, Qualità & TQM, Lean manufacturing & WCM), **Operations** (Logistica, Supply Chain Management, Process management, Ridisegno dei processi) e **Supporto** (Controllo di Gestione, Asset management, Servitizzazione, Innovazione digitale, ...).

Il Laboratorio promuove una **nuova visione della supply chain**, fondata su tre elementi principali:

- **CIRCOLARITÀ** - Ridisegnare prodotti e processi produttivi in maniera da riutilizzare i materiali ed eliminare gli sprechi.
- **DIGITALIZZAZIONE** - Impiegare le tecnologie digitali per estendere le funzionalità dei prodotti, migliorare efficienza ed efficacia dei processi e sviluppare nuovi modelli di business.
- **SERVITIZZAZIONE** - Passare dall'offerta di prodotti alla messa a disposizione di soluzioni atte a risolvere i problemi dei clienti, combinando beni materiali e (servizi) immateriali.







## Gli autori



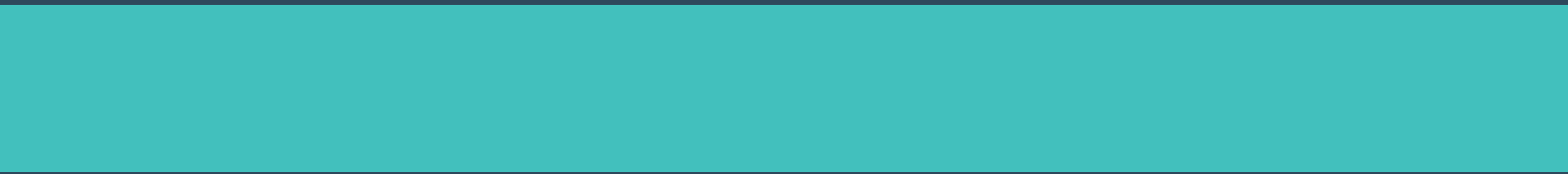
**Marco Perona**, laureato in Ingegneria Meccanica presso il Politecnico di Milano nel 1988, è oggi Professore Ordinario di Logistica Industriale presso l'Università degli Studi di Brescia. È inoltre direttore scientifico del Laboratorio RISE e del centro di competenza "Innovazione gestionale e Lean management" del CSMT, contitolare e fondatore di IQ Consulting SrL e presidente di Dantercepies SpA.



**Andrea Bacchetti**, laureato nel 2006 in Ingegneria Gestionale, consegue nel 2010 il titolo di dottore di ricerca in Progettazione e Gestione dei Sistemi Logistici e Produttivi presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale dell'Università degli Studi di Brescia. Dal 2008 è membro del laboratorio di ricerca RISE e del Centro di Competenza "Innovazione gestionale e Lean management" del CSMT. Svolge attività di ricerca e di formazione accademica e aziendale principalmente sui temi legati alle Operations. Sui medesimi temi svolge attività di consulenza, con circa 30 progetti all'attivo. È autore di più di 40 pubblicazioni scientifiche su riviste e presso conferenze internazionali.



**Massimo Zanardini** si è laureato nel 2012 in Ingegneria Gestionale presso l'Università degli Studi di Brescia, discutendo una tesi sulle modalità di collaborazione ed integrazione fornitore-cliente lungo le filiere logistiche. Fa parte del laboratorio RISE presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale della facoltà di Ingegneria e del Competenza "Innovazione gestionale e Lean management" del CSMT. Attualmente è all'ultimo anno del corso di dottorato in Progettazione e Gestione dei Sistemi Logistici e Produttivi, nel quale affronta temi legati all'innovazione digitale e alle nuove tecnologie a disposizione delle aziende in grado di generare una vera e propria rivoluzione industriale.





# I partner della ricerca



## Main Partner

# SIEMENS

### SIEMENS PLM SOFTWARE

La divisione PLM di Siemens è uno dei fornitori leader a livello mondiale di software PLM (Product Lifecycle Management), che supporta le aziende lungo i processi di progettazione, sviluppo nuovo prodotto e pianificazione, utilizzando le più innovative di tecnologie digitali abilitanti.



## Technology Partner



## Media Partner



## Supporto



**CSMT** è l'interlocutore di riferimento delle imprese per ricerca applicata, trasferimento tecnologico, formazione, nonché studio, sviluppo e prototipazione di nuove soluzioni, prodotti, processi e metodologie.



## Patrocinio



### MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO

La ricerca ha ottenuto il patrocinio del Ministero dello Sviluppo Economico per il biennio 2014-2015.



# Sommario

<b>Executive summary</b> .....	13
<b>Parte I – LO SCENARIO</b> .....	17
Diretrici evolutive .....	17
Verso un nuovo paradigma produttivo? .....	21
Il ruolo delle nuove tecnologie digitali .....	25
<b>Parte II – LA RICERCA</b> .....	33
Perché questa ricerca .....	33
Le tecnologie considerate .....	35
Metodologia e obiettivi della ricerca .....	43
Processi indagati .....	45
La struttura della survey .....	46
Destinatari della ricerca .....	47
<b>Parte III – I RISULTATI DELLA RICERCA</b> .....	51
Il campione della ricerca .....	52
Le risposte alle domande della ricerca .....	56
D1. Quali conoscenze hanno le aziende di queste tecnologie? .....	56
D2. Quante aziende si stanno muovendo, e come? .....	61
D3. Che benefici stanno ottenendo? .....	71
D4. Quali ostacoli stanno incontrando? .....	80
D5. È davvero una rivoluzione trasversale? .....	85
Glossario .....	93
Bibliografia .....	97



*Bits are thrilling, but when it comes to the overall economy, it's all about atoms.*

Chris Anderson (2012), Imprenditore e scrittore

# Executive summary

Lo scenario competitivo globale sta subendo profondi cambiamenti. In primo luogo, la domanda commerciale è/sarà sempre più **frammentata**, in relazione alle crescenti esigenze di personalizzazione da parte dei clienti: il business del futuro non consisterà tanto nel produrre pochi prodotti in elevate quantità, bensì nella capacità di progettare, produrre e commercializzare sempre più articoli, in **volumi limitati**. Inoltre, la manifattura smetterà di essere strettamente la produzione di beni materiali e si sposterà sempre di più verso una **produzione di soluzioni**, in cui bene materiale e servizi immateriali saranno sempre più integrati.

Alla luce di questi cambiamenti, è sensato pensare ad una riconfigurazione (almeno parziale) delle attività manifatturiere. Se un'azienda deve rispondere ad una domanda sempre più frammentata e con volumi ridotti, è lecito attendersi una manifattura in cui il **cervello** (*headquarter*) e le **braccia** (*plant*) operative sono più vicine, con un modello produttivo orientato alla **flessibilità** ed alla **reattività**. In sintesi, dalla *produzione* di massa alla *personalizzazione* di massa.

In questo cambio di paradigma, giocano un ruolo chiave le nuove **tecnologie digitali**, potenzialmente in grado di trasformare i **processi**, i **prodotti** e la loro modalità di proposizione sul mercato (**modelli di business**). In una sola parola, ci si aspetta che queste tecnologie siano **disruptive**, in grado cioè di abilitare una nuova **rivoluzione industriale**.

La ricerca "The Digital manufacturing Revolution" mira a **superare i limiti riscontrati in alcuni** articoli di grande rilevanza condotti da *The Economist*, *Gartner*, *Scientific American*, *McKinsey*, *Accenture*, *The Boston Consulting Group*, relativi ad una eccessiva focalizzazione su una/poche tecnologia/e, e ad un taglio quasi sempre qualitativo. L'interesse prioritario del progetto è quindi quello di **contribuire alla creazione di evidenze** empiriche, ottenute analizzando a 360° alcune tecnologie digitali, considerando sia come sono percepite/utilizzate dalle aziende manifatturiere, sia come sono proposte sul mercato dai provider tecnologici. La ricerca considera 7 "aree tecnologiche": **Stampa 3D, Internet delle Cose, Realtà Aumentata, Realtà Virtuale, Robotica e Intelligenza Artificiale, Nanotecnologie e Social Manufacturing**.

La **prima fase** di questa ricerca si è concretizzata in una **survey esplorativa** alla quale hanno partecipato **70 aziende manifatturiere**, avente l'obiettivo di verificare la conoscenza, la diffusione e l'implementazione di queste tecnologie digitali. Nel dettaglio, si è cercato di rispondere a cinque fondamentali **research questions**, di seguito sintetizzate.



## D1. Quali conoscenze hanno le aziende di queste tecnologie?

Una quota parte rilevante delle aziende manifatturiere **non ha ad oggi una conoscenza (nemmeno superficiale) delle tecnologie indagate**. Dai risultati emerge come **solo la Stampa 3D risulti nota a più della metà del campione** (61%), anche se meno della metà (27%) di tali aziende sono dotate di conoscenza *approfondita*. Per confronto, solo il 44% delle aziende possiede del know-how relativo ad applicazioni dell'Internet delle Cose, ma **solamente il 5% ne ha una conoscenza approfondita. Per le altre tecnologie il livello di conoscenza è ancora più basso**, con picchi di “non conoscenza” che vanno dal 65% della Realtà Aumentata, fino ad oltre l'80% per le Nanotecnologie.



## D2. Quante aziende si stanno muovendo, e come?

**La maggior parte delle aziende del campione non sta utilizzando queste tecnologie**, e non sembra nemmeno intenzionata / pronta a farlo nel breve periodo. Circa il **21% delle aziende del campione sta concretamente impiegando la Stampa 3D**, ed un altro 29% sta (se non altro) conducendo un'analisi preliminare volta a verificarne la fattibilità tecnico-economica. La Stampa 3D è seguita dall'**Internet delle Cose**, con non più del **15% di aziende intervistate che ad oggi applicano la tecnologia**, ed un altro 15% che si sta attrezzando. I sistemi di Social Manufacturing e di Robotica Avanzata raggiungono la soglia dell'11% del campione, mentre **le restanti tecnologie non superano il 4%**. Investigando le **aree aziendali coinvolte**, emergono in particolare **R&D, Produzione e Marketing**. L'IT è altresì parecchio coinvolto, tendenzialmente come abilitatore, mentre aree di supporto quali Amministrazione, Risorse Umane ed Acquisti, sembrano totalmente escluse.



## D3. Che benefici stanno ottenendo?

I benefici a cui le aziende ambiscono grazie a queste tecnologie possono essere ricondotti a 5 macro-categorie: **Qualità & servizio** (sviluppare prodotti con funzionalità incrementate); **Reattività** (ridurre il time-to-market); **Efficienza** (contenere i costi); **Controllo & affidabilità** (controllare e monitorare processi e prodotti); **Flessibilità** (ridurre i tempi di setup, producendo piccoli lotti in modo competitivo).

I benefici attesi, per quasi tutte le tecnologie, raggiungono **punteggi molto elevati con riferimento alle aree di Qualità & servizio e Reattività**. Anche la ricerca di una **maggiore integrazione di filiera** viene dichiarata come un beneficio rilevante, con specifico riferimento al processo di sviluppo nuovi prodotti.

Appaiono invece **obiettivi meno rilevanti la riduzione dei costi e la ricerca di una maggiore produttività**, a dimostrazione della transizione in essere tra il paradigma della produzione di massa verso quello della personalizzazione di massa. Considerando le tecnologie più note ed impiegate (Stampa 3D e Internet delle Cose), **i benefici raggiunti risultano mediamente superiori a quelli attesi**.




#### D4. Quali ostacoli stanno incontrando?

Le aziende coinvolte nell'indagine segnalano come elemento maggiormente ostativo alla diffusione delle tecnologie, **la difficoltà nel reperire persone competenti. L'intensità di questo ostacolo tende ad aumentare nelle aziende che hanno già implementato la/e tecnologia/e**, rispetto a quelle che sono ancora nella fase esplorativa. Ostacolo meno significativo, è l'**onerosità degli investimenti** in attrezzature e strumenti, in particolare per le aziende che stanno già concretamente impiegando le tecnologie. Ancora meno rilevanti risultano gli ostacoli legati allo stato di maturazione e sviluppo delle tecnologie e alla disponibilità di provider tecnologici specializzati.



#### D5. È davvero una rivoluzione trasversale?

Analizzando opportuni indicatori di propensione innovativa, per singola tecnologia ed in termini globali, emerge che **le piccole e medie imprese non sono escluse dal processo di rivoluzione in corso**; in altre parole, **non è possibile negarne la democraticità**. Con riferimento alla trasversalità settoriale, seppure a fronte di evidenze meno robuste, **non è possibile identificare a priori settori esclusi (o escludibili) da essa**, seppure con intensità anche significativamente diverse.



*Può darsi che non siate responsabili per la situazione in cui vi trovate,  
ma lo diventerete se non farete nulla per cambiarla.*

Martin Luther King – Attivista per i diritti dei neri



# Parte I – LO SCENARIO

Lo scenario competitivo è cambiato in modo radicale negli ultimi anni, in seguito al manifestarsi dei seguenti fenomeni:

- **Frammentazione & Personalizzazione:** la domanda è sempre più frammentata, portando le aziende a gestire gamme di prodotti sempre più ampie. È il ben noto paradigma della “coda lunga” di Chris Anderson, secondo cui il business del futuro non consisterà tanto nel produrre pochi prodotti in elevate quantità, bensì nella capacità produrre gamme sempre più ampie di articoli, con domanda ridotta.
- **Servitizzazione:** la creazione di valore da parte delle imprese sarà sempre meno legata alla vendita di prodotti fisici, bensì all'erogazione di servizi connessi ad essi, in grado di aumentarne le funzionalità o estenderne la vita utile in un'ottica di co-creazione del valore tra cliente e fornitore.

Di fronte a queste nuove e differenti esigenze competitive, i paradigmi produttivi tradizionali manifestano alcuni limiti. La saturazione degli impianti, la lottizzazione spinta e la ricerca spasmodica di economie di scala, non sono più leve in grado di garantire competitività in un mercato che richiede personalizzazione e reattività. Non si parla più di mass production, bensì di mass customisation, in termini di capacità di realizzare lotti piccoli, anche unitari, garantendone la competitività economica. Raggiungere efficienze significative in un contesto di produzione personalizzata richiede cambiamenti organizzativi, metodologici ed informativi di grande portata: occorre dinamicità gestionale, collaborazione tra i nodi della filiera e sistemi flessibili di produzione.

Per soddisfare queste esigenze sono oggi disponibili nuove tecnologie digitali, la cui maturazione sta avvenendo a ritmi esponenziali. The Economist, Scientific American, McKinsey, Gartner, The Boston Consulting Group, negli ultimi anni hanno ben delineato i potenziali benefici legati ad una loro diffusa applicazione nell'industria, evidenziando l'opportunità di trasformare i prodotti, i processi ed i modelli di business, teorizzando l'avvento di una **nuova rivoluzione industriale**.



## Direttrici evolutive

Le aziende italiane (ma non solo), stanno affrontando un periodo storico ricco di cambiamenti che si susseguono a velocità notevolmente superiore rispetto a quanto accaduto nel passato. La capacità di saper anticipare, o quantomeno cogliere con rapidità, le direttrici di questo cambiamento, rappresenta l'elemento fondamentale per trasformare questi tendenze esogene, in veri **percorsi di cambiamento** all'interno delle imprese. La recessione economica che ha colpito gran parte dei mercati mondiali, ha modificato gli equilibri pre-esistenti (facendo cadere grandi imprese e lanciandone alla ribalta altre fino a quel momento sconosciute), stravolgendo lo scenario competitivo in modo radicale.

Ma quali sono le principali **direttrici evolutive** in atto nel mondo manifatturiero?

## Frammentazione e personalizzazione della domanda

Un primo elemento su cui porre l'attenzione è l'andamento della domanda globale di prodotti. Le aziende sempre di più si trovano (e troveranno) a competere all'interno di mercati stazionari o addirittura in recessione. Sebbene si cominci ad avvertire qualche timido segnale di ripresa<sup>1</sup>, è evidente che lo scenario competitivo all'interno del quale le aziende operano, sia differente rispetto al contesto pre-crisi. In primo luogo, la domanda commerciale sarà sempre più **frammentata**, in quanto il cliente vorrà sempre di più personalizzare il prodotto / la soluzione che vorrà acquistare, portando la domanda ad essere meno prevedibile rispetto al passato. Per far fronte a questa spinta verso una maggiore personalizzazione, (sino ad oggi) un buon numero di aziende ha risposto sfruttando la leva della modularità dei propri prodotti, ovvero scomponendoli in moduli funzionali facilmente integrabili tra di loro. In questo modo, pur non raggiungendo una piena "personalizzazione" dei prodotti, le imprese sono andate nella direzione di offrire una gamma più ampia, limitando la complessità ad un numero limitato di sotto assiemi, combinabili a piacimento per soddisfare esigenze variegata di diverse categorie di clienti. Esempio eclatante è il settore automotive, che prima di tutti ha dovuto trasformarsi per offrire un numero di allestimenti e modelli coerente con le richieste di differenziazione da parte dei propri clienti (Figura 1). Vedremo nel proseguo del rapporto come, anche grazie a nuove tecnologie digitali, oggi le imprese possano assecondare pienamente le richieste di personalizzazione dei prodotti, mantenendo allo stesso tempo livelli di efficienza elevati e quindi costi contenuti.

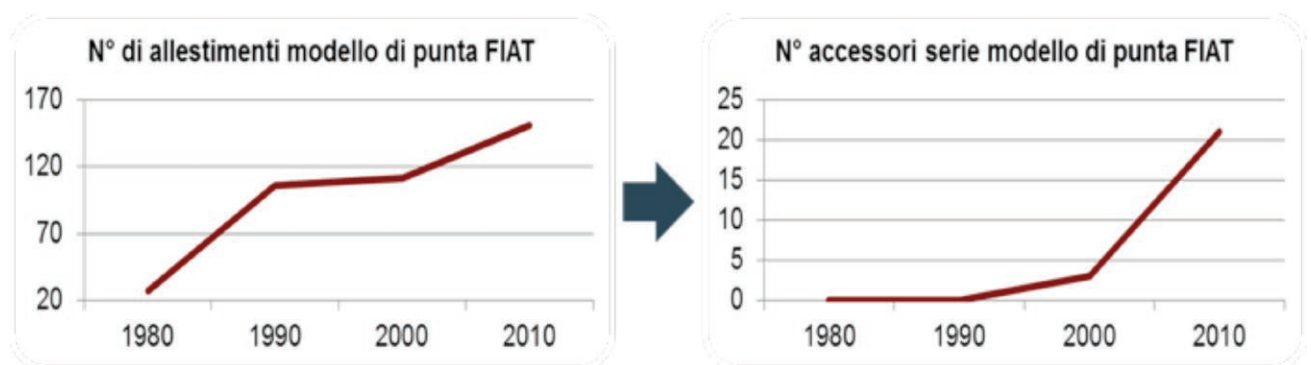
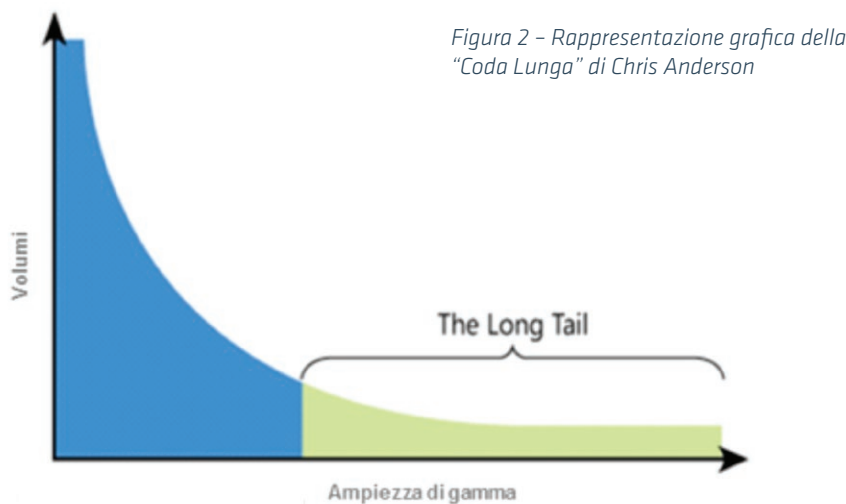


Figura 1 – Modularità in FIAT (rielaborazione dati Quattroruote)

È il ben noto paradigma della "coda lunga" di Chris Anderson<sup>2</sup>, che prima di tutti ha saputo cogliere e spiegare il fatto che la manifattura del futuro non consisterà tanto nel produrre pochi prodotti in elevate quantità (area blu della Figura 2), bensì nella capacità produrre e commercializzare gamme sempre più ampie di articoli, ciascuno caratterizzato da una domanda relativamente ridotta (area verde della Figura 2).

<sup>1</sup> Scenari economici n. 19 - La difficile ripresa. Cultura motore dello sviluppo - Confindustria - Dicembre 2013

<sup>2</sup> The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More - Chris Anderson - 2006



## Approfondimento 1: dalla configurabilità alla personalizzazione dei prodotti

Starbucks già da diverso tempo permette ai propri clienti di creare prodotti e bevande configurati, mixando diversi tipi di caffè con altri ingredienti disponibili a catalogo, sia direttamente nei propri locali, sia comodamente da casa tramite un configuratore online. In questo modo l'azienda riesce a raccogliere informazioni dettagliate, puntuali ed in real time sui gusti dei propri clienti, e su come questi si modifichino in funzione del tempo, delle stagioni, degli eventi esterni, etc. A fronte di un investimento ridotto, Starbucks ha sostanzialmente a disposizione una banca dati enorme relativa ai gusti ed alle combinazioni migliori, per poter proporre iniziative commerciali ad hoc (es. per ogni località geografica, per stagione) finalizzate a favorire i consumi di ingredienti poco selezionati.

Sebbene i configuratori siano stati introdotti già da diverso tempo e siano sostanzialmente uno standard nell'automotive, si stanno diffondendo sempre di più configuratori on-line evoluti, in grado di abilitare i clienti non solo alla scelta del modello in funzione di moduli e opzioni predefinite, bensì di creare a tutti gli effetti il proprio prodotto specifico. Il sito Shoes of Prey, permette di creare scarpe in funzione della forma esatta del proprio piede, partendo dall'inserimento di parametri biometrici o, addirittura, tramite il caricamento di un modello virtuale ottenuto tramite scannerizzazione 3d.

### Servitizzazione dell'offerta

Nel prossimo futuro la manifattura smetterà di essere strettamente la *produzione di beni materiali* e si sposterà sempre di più verso una **produzione di soluzioni**, in cui bene materiale e servizi saranno sempre più integrati. Oggigiorno i clienti sono sempre più orientati a valutare (non solo) la qualità del prodotto fisico, bensì i **servizi** a supporto, specialmente se in grado di aumentarne le funzionalità o estenderne la vita utile.

Negli ultimi anni si è assistito alla modifica della concezione del termine “servizio”. La scuola di pensiero più tradizionale definisce **“servizio”** il bene immateriale di cui si usufruisce, mentre il prodotto è tutto ciò che è materiale e che un cliente può possedere. In questa accezione, un abbonamento ad un quotidiano online, le analisi del sangue, una polizza RC auto, sono da considerarsi servizi; dall’altro lato, un abito su misura, una macchina utensile fortemente personalizzata, sono da considerarsi prodotti. La scuola di pensiero più innovativa invece, discrimina ciò che è prodotto da ciò che è servizio utilizzando un’altra variabile, diversa rispetto alla natura del bene, ovvero la **natura dello scambio** e quindi dell’interazione tra fornitore e cliente. Ne deriva che **servizio** è il processo di impiego di competenze per co-creare valore d’uso, mentre **prodotto** è bene che genera valore attraverso il suo valore di scambio. In particolare quindi, quando vi è un’interazione cliente-fornitore atta a creare valore nel prodotto (come nella definizione di specifiche funzionali), si può parlare di servizio. La Figura 3 di seguito ben rappresenta questa dicotomia: la visione verticale rappresenta la visione tradizionale del servizio, quella orizzontale la visione più moderna.

		Natura del bene	
		Materiale	Immateriale
Natura dello scambio	Senza interazione	<b>BENE MATERIALE STANDARD</b> Spaghetti, lampadina, lavatrice; abito confezionato, pasto in mensa, ..	<b>BENE IMMATERIALE STANDARD</b> Analisi del sangue; polizza RC auto; conto bancario, quotidiano, ..
	Con interazione	<b>BENE MATERIALE PERSONALIZZATO O CONFIGURATO</b> Automobile; abito su misura; macchina utensile; pasto al ristorante, ..	<b>BENE IMMATERIALE PERSONALIZZATO O CONFIGURATO</b> Consulenza legale; progetto architettonico; ritratto; terapia medica; ..

Figura 3 – Concetto di servizio (adattato da Sampson et al. 2006)<sup>3</sup>

Si definisce **servitizzazione** il percorso seguito da quelle aziende che, comprendendo le mutate esigenze dei consumatori, intraprendono una rinnovata strategia di creazione di valore non legata (solo) alla vendita di prodotti fisici, bensì all’erogazione di servizi in grado di aiutare il cliente nell’esplicitazione delle proprie esigenze e nel supportarlo durante l’utilizzo del prodotto. Sebbene Henry Ford già nel 1908 avesse colto i primi segnali di questo fenomeno (“un’azienda che sia devota ai servizi avrà un unico problema in termini di profitti. Saranno estremamente elevati.”), ci è voluto un secolo prima di arrivare ad una capillare diffusione industriale, con imprese (es. Rolls Royce, CGT, Xerox<sup>4</sup>) che sono riuscite a creare un vantaggio competitivo importante, modificando in modo sostanziale il proprio modello di business. Del resto,

<sup>3</sup> Sampson, Scott E., and Craig M. Froehle. “Foundations and implications of a proposed unified services theory.” *Production and Operations Management* 15.2 (2006): 329-343.

<sup>4</sup> L’orientamento al servizio dei modelli di business nei settori del machinery e dell’automation – Sistemi e Impresa – Luglio/Agosto 2014

intraprendere un percorso di servitizzazione significa **diversificare l'offerta**: un'azienda che investe sui servizi è per definizione meno imitabile e sostituibile dai concorrenti, in quanto le competenze di servizio sono più difficili da riprodurre rispetto alle innovazioni tecnologiche dei prodotti, facilmente smascherabili con operazioni di *reverse engineering*. Inoltre, servitizzare vuol dire anche **fidelizzare** i propri clienti, accompagnandoli con servizi personalizzati ed in grado di adattarsi ad esigenze che possono essere dinamiche e variegate. La rilevanza del servizio era stata già rilevata nel 2004 da Uday Karmarkar, il quale aveva suddiviso il PIL degli USA in 4 differenti categorie, sottolineando come la quota parte maggiore fosse legata alla realizzazione di beni immateriali rispetto a quelli fisici (Figura 4). Per la cronaca, questo è oggi valido per 24 delle prime 25 economie mondiali (ad esclusione della Cina).

		Produzione di beni	
		Materiali	Immateriali
Contenuto principale	Fisico	Manifattura, costruzioni 6%	Commercio, distribuzione, .. 31%
	Informativo	Informazione cartacea, IT, ... 10%	Banche e finanza, assicurazioni, ... 53%

Figura 4 - Ripartizione del PIL degli USA<sup>5</sup>

## Verso un nuovo paradigma produttivo?

Se un'azienda deve rispondere ad una domanda sempre più frammentata, con volumi tendenzialmente più bassi, a fronte di esigenze sempre più stringenti di personalizzazione, potrebbe preferire non accentrare più la propria produzione in pochi grandi stabilimenti, bensì attuare un modello di decentramento produttivo, in cui la produzione viene realizzata localmente, in diversi stabilimenti con capacità minore, più vicini a dove si manifesta la domanda e a dove l'azienda progetta i propri prodotti. Una sorta di "effetto boomerang" (*The Economist*<sup>6</sup>), noto anche come **Reshoring**, che fa da contro-altare alla delocalizzazione produttiva tipica degli anni 90 e 2000, motivata da un mercato in crescita, che ricercava soluzioni standard con conseguenti elevati volumi.

<sup>5</sup> Karmarkar, Uday. "Will you survive the services revolution?" *Harvard Business Review* (2004): 100-107.

<sup>6</sup> *Third Industrial Revolution - The Economist - Aprile 2012*



## Approfondimento 2: Offshoring, Reshoring e Next-shoring.

Negli ultimi anni si sta assistendo ad un ritorno sempre più frequente di imprese / stabilimenti produttivi nei paesi occidentali, storicamente più industrializzati, con conseguente riavvicinamento di testa e braccia dell'azienda. Una sorta di delocalizzazione produttiva, ma all'inverso.

Il ben noto fenomeno della delocalizzazione delle attività produttive in paesi emergenti, il più delle volte assume(va) una concezione negativa, indicando la "fuga" delle aziende manifatturiere verso nuovi "paradisi produttivi", in cui la abbondante disponibilità di manodopera a costi molto inferiori (oltre all'assenza di leggi e regolamenti in termini di sicurezza, impatti ambientali, etc.) garantiva un significativo contenimento dei costi di realizzazione del prodotto. In realtà il termine inglese per definire questa tendenza, Offshoring, indica più in ampio la possibilità di utilizzare una vera e propria leva gestionale con cui assecondare la globalizzazione dei mercati. La possibilità di poter sfruttare le risorse ambientali ed economiche dei paesi in via di sviluppo (soprattutto Cina e India) a seguito delle liberalizzazioni e delle aperture di questi stati, ed essere più vicine a potenziali (enormi) nuovi mercati, è (stata) una leva di straordinario impatto per le aziende che l'hanno saputo cogliere.

Vi sono diverse ragioni tali per cui il fenomeno della delocalizzazione (Offshoring) non potesse continuare ad essere il modello vincente per il sostentamento ed il fiorire delle imprese. In primis, un modello di business fondato su un vantaggio di costo dovuto a risorse facilmente accessibili, non è difendibile nel medio-lungo periodo (anzi, tutte le aziende possono ricorrevi); ne deriva che il vantaggio competitivo (eventualmente) raggiunto, dipende unicamente da fattori esogeni (costi della manodopera, produttività, etc.) più che endogeni (qualità del prodotto/servizio, efficienza produttiva, etc.). Infine, in una valutazione omnicomprensiva, i vantaggi di costo conclamati a fronte di costi della manodopera e delle risorse inferiori, dovrebbero essere relazionati con l'incremento di altre voci di costo, quali per esempio quelle di trasporto e movimentazione, ed anche con elementi relativi al livello di servizio garantito.

Nonostante tutto, oggi giorno il fenomeno sta riprendendo vigore, anche se declinato in maniera diversa e quasi opposta: si parla infatti<sup>7</sup> di Reshoring, o meglio ancora di Next-shoring.

Con il primo termine si indica la tendenza a riportare le attività manifatturiere verso i paesi occidentali, per via (anche) della crescita del costo del lavoro nei paesi (precedentemente) non sviluppati (la Cina sta sperimentando una crescita dei salari al ritmo di circa 15-20% all'anno, con una differenza media rispetto agli USA di soli 5 punti percentuali<sup>8</sup>) e della maggiore incidenza dei costi di trasporto su scala globale. Al riguardo, come non citare i casi Rolls Royce<sup>9</sup>, con lo sviluppo di un sito produttivo per le proprie turbine in Virginia, e di Whirlpool<sup>10</sup>, che ha deciso di incrementare la produzione negli impianti in Tennessee piuttosto che delocalizzare altrove.

Il secondo, apparentemente simile, in realtà indica un fenomeno più ampio, legato alla possibilità di identificare le zone geografiche in cui l'insieme di tutti i fattori produttivi garantisca le maggiori probabilità di successo e di crescita (non necessariamente quelle storicamente più industrializzate). Basti pensare alla Cina ed all'India, due paesi che in pochi anni da fornitori di materie prime e risorse a basso costo, sono diventati dei veri e propri mercati di sbocco dei prodotti. McKinsey stima che nel 2025 la quota parte di consumi mondiali derivanti dalle richieste dei paesi (originariamente) emergenti raggiungerà il 66%, rispetto al 50% attuale. Il Next-shoring quindi continuerà, ma per ragioni di vicinanza al mercato, non di riduzione dei costi di produzione.

<sup>7</sup> Next-shoring: A CEO's guide - McKinsey - Gennaio 2014

<sup>8</sup> US manufacturing near the tipping point? - Boston Consulting Group - Marzo 2013

<sup>9</sup> Manufacturing Renaissance? Exports, Reshoring Could Bring 5M Jobs to U.S. - FOX Business - Settembre 2012

<sup>10</sup> Whirlpool Re-Shoring Some Production To Ohio Plant - manufacturing.net - Dicembre 2013

In sintesi, alla base del Reshoring/Next-Shoring ci sono almeno due elementi: (i) il bisogno delle attività manifatturiere di essere (più) vicine ai mercati emergenti e (ii) la necessità delle imprese di essere prossime ai centri di ricerca e ai poli tecnologici di eccellenza, grazie a cui avere accesso alle migliori innovazioni digitali. Da questo secondo elemento è possibile derivarne un terzo, legato (iii) alla necessità di rispondere ad una domanda radicalmente diversa, sempre più sporadica e sempre più orientata verso la richiesta di prodotti personalizzati e unici.

In Italia questo fenomeno è sotto la lente di ingrandimento del gruppo di ricerca interuniversitario Uniclub Backshoring (composto dalle Università dell’Aquila, Bologna, Catania, Modena, Reggio Emilia e Udine). Nel periodo 2007 - 2012 l’Italia è, tra i paesi EU, quello che fa registrare la % di ritorni produttivi più elevata. I settori principalmente coinvolti sono calzaturiero e meccanico, motivati dalla necessità di un’attenzione maggiore verso i bisogni del clienti e dalla disponibilità di competenze superiori a quelle disponibili nei paesi in via di sviluppo<sup>11</sup>.

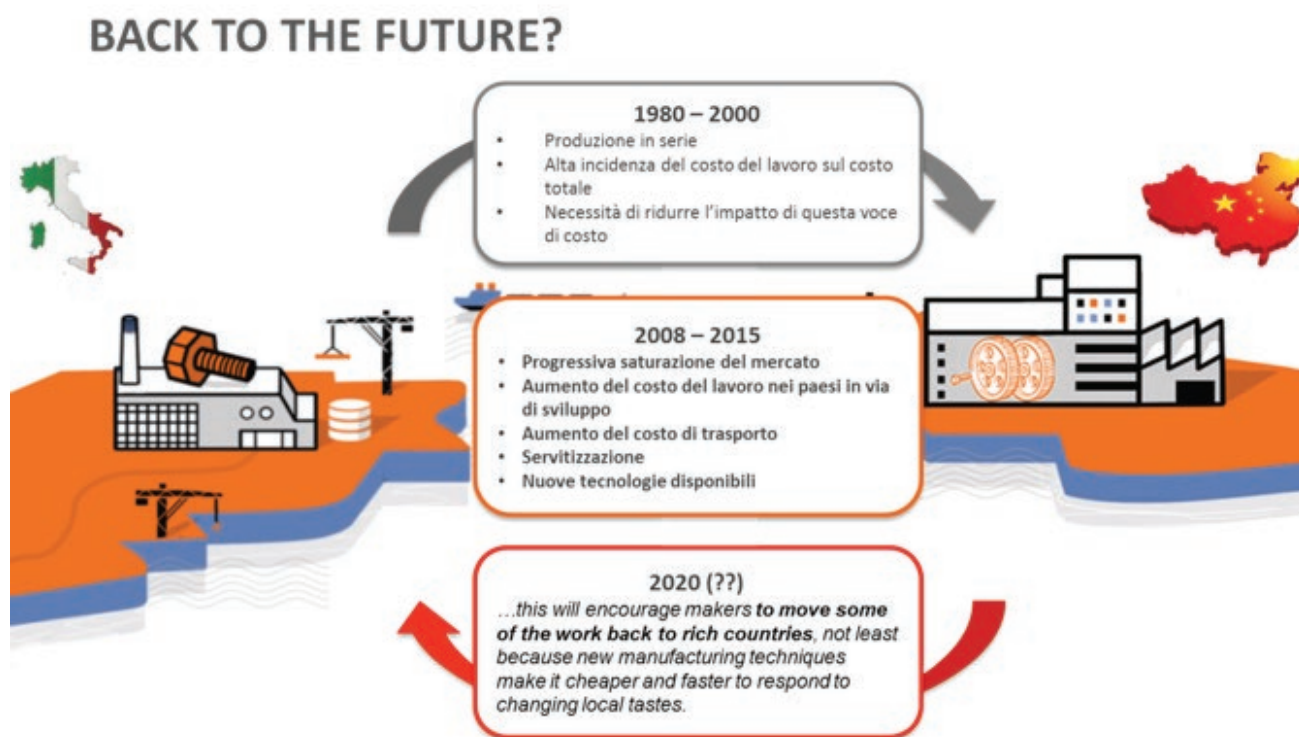


Figura 5 - Fenomeno del Re-shoring (Adattato da The Economist, Aprile 2012)

Possiamo quindi attenderci una manifattura in cui il *cervello* e le *braccia* operative saranno sempre più vicine, con un modello produttivo orientato alla **flessibilità** ed alla **reattività**. Si parlerà sempre meno di *mass production*, quindi di utilizzo e saturazione degli impianti e lottizzazione della produzione, e sempre più di **mass customisation**, in termini di capacità di realizzare lotti piccoli, anche unitari, garantendone la competitività economica. La parola chiave diventerà cioè la **flessibilità**.

<sup>11</sup> Backshoring: tornano le imprese, non il lavoro - linkiesta.it - Giugno 2014



### Approfondimento 3: Mass production vs Mass Customization

Nel corso del XIX° secolo prese piede la Seconda Rivoluzione Industriale e con essa la produzione di massa, grazie alla quale si è potuto rispondere ad un crescente benessere economico e sociale, che richiedeva prodotti in volumi molto elevati, a prezzi contenuti. Il termine Mass Production (MP) è diventato di uso comune nel 1926, grazie ad un articolo pubblicato sull'Enciclopedia Britannica: il testo descriveva il processo produttivo della Ford Motor Company, la più limpida immagine di catena produttiva che si potesse descrivere. Elemento centrale di questo paradigma era la possibilità di ridurre il costo unitario di produzione aumentando la capacità produttiva degli impianti, attraverso investimenti rilevanti nell'automatizzazione dei processi produttivi, sfruttando quindi economie di scala. Il termine Mass Customization (MC) è stato ideato da Stan Davis<sup>12</sup>, che per primo ha sostenuto che il vantaggio competitivo potrebbe essere acquisito attraverso la realizzazione di beni e prodotti personalizzati. Tale paradigma prevede l'uso di processi, asset aziendali e strutture organizzative tali da consentire la produzione di prodotti (e servizi) personalizzati a livello di singolo cliente, senza compromettere l'efficienza complessiva. Un'azienda che opera secondo modalità afferenti alla Mass Customization è (potenzialmente) in grado di raggiungere lo stesso numero di clienti del mercato di massa, potendo però agire sulla leva della personalizzazione e quindi della differenziazione, come se operasse in tanti mercati di nicchia.

Questa transizione è però facile solo a dirsi. Rendere profittevole una produzione personalizzata rispetto alle esigenze del singolo, richiede cambiamenti organizzativi, metodologici ed informativi di grande portata, che non sempre le aziende sono disposte a / capaci di intraprendere. Partendo dagli aspetti informativi, non bastano certamente i classici sistemi ERP e SCM, spesso sviluppati a partire dalle esigenze della produzione di massa, tendenzialmente standard e relativamente statiche. Nella personalizzazione di massa, occorre maggiore dinamicità gestionale e soprattutto occorre che il cliente abbia l'opportunità di interfacciarsi con i nodi più a monte della filiera sin dalla fase di progettazione, utilizzando opportune piattaforme digitali collaborative (evoluzione dei tradizionali configuratori on-line), diventando a tutti gli effetti co-designer del prodotto. Inoltre, diventano essenziali sistemi flessibili di produzione, grazie a cui ridurre la dimensione economica ottimale dei lotti grazie anche a robot agili, in grado di cambiare in tempi quasi nulli i propri utensili. Tali sistemi di produzione potranno essere guidati da opportuni strumenti "intelligenti" di pianificazione, in grado di apprendere in base alle richieste pervenute ed adattare la produzione riducendo i tempi di risposta al cliente<sup>13</sup>.

Ed è proprio qui che si inseriscono le **tecnologie digitali**, in grado di trasformare sia i **prodotti**, sia le modalità operative (**processi**) per realizzarli (Scientific American<sup>14</sup>, Mc Kinsey<sup>15</sup>). Giusto per fare qualche esempio preliminare:

- Basti pensare alla *manifattura additiva*, che consente di stampare oggetti totalmente personalizzati / personalizzabili senza costi di setup, in quantità variabili ed a costi invarianti rispetto alla dimensione dei lotti. Peraltro, comprimendo anche i tempi di sviluppo e di prototipazione, riducendo così il time-to-market dei prodotti.
- Come non citare il paradigma dell'*Internet delle Cose*: smart tag e sensori digitali aumenteranno la visibilità e la flessibilità dei sistemi logistico-produttivi, nonché degli stessi prodotti sui quali sono installati. Questi ultimi, in

<sup>12</sup> *Future Perfect* - Stan Davis - 1996

<sup>13</sup> *Industry 4.0. The future of productivity and growth in manufacturing industries* - BCG - Aprile 2015

<sup>14</sup> *The next big thing* - Scientific American - Maggio 2013

<sup>15</sup> *Disruptive technologies: advances that will transform life, business, and the global economy* - McKinsey Global Institute - Maggio 2013



particolare, potranno, sulla base delle informazioni raccolte e delle interazioni con l'ambiente circostante, adattare il proprio utilizzo e monitorare sé stessi, proponendo funzionalità differenti in base alle specifiche richieste dell'utilizzatore finale. Per esempio, sarà possibile rilevare il funzionamento e le condizioni d'utilizzo (o di stoccaggio) dei prodotti, abilitando la definizione di politiche di service e manutenzione specifiche per ogni singolo prodotto/cliente, evolvendo il proprio modello di business verso strategie di *pay x use e/o pay x performance*.

- Infine, una menzione la meritano anche la *Realtà Virtuale/Aumentata* che, insieme alla Robotica avanzata, introdurranno in azienda un livello di automazione sempre più elevato, in grado di ridurre significativamente l'impatto del costo della manodopera, limitando fortemente i vantaggi della delocalizzazione verso paesi a ridotto costo del lavoro.



## Il ruolo delle nuove tecnologie digitali

Come anticipato in precedenza, già nel 2006 Chris Anderson aveva evidenziato la necessità di convertire il tradizionale paradigma della produzione di massa verso quello della personalizzazione di massa, a fronte di alcuni segnali legati a prime contrazioni di mercato e (soprattutto) crescita di competitor di paesi emergenti, tali da spingere le imprese europee ed americane a cercare di differenziarsi con innovazioni di prodotto e processo, piuttosto che mettere in campo una pura battaglia di prezzi.

Cosa è cambiato rispetto alla *coda lunga* del 2006? L'avvento (e la maturazione) di svariate **tecnologie digitali**. Basti pensare che, al momento della pubblicazione di *"The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More"*:

- Youtube era appena nato (2005) e poteva vantare solo qualche centinaio di contributi video
- Mark Zuckerberg aveva appena creato Facebook (2004) e gli utenti erano giusto i suoi compagni di corso
- Non era ancora stato commercializzato il primo modello di iPhone (2007)
- Con 1\$ si potevano archiviare circa 100 Megabyte di informazioni; ora, con la stessa cifra, se ne possono archiviare circa 10.000.
- Solo il 17,6% della popolazione mondiale aveva accesso ad internet (oggi la penetrazione ha raggiunto il 42%)<sup>16</sup>

Ciò che oggi è quasi una commodity, non solo nella sfera professionale bensì anche in quella privata, smartphone, connessione web, schede e piattaforme di programmazione giusto per fare qualche esempio, 9 anni fa o non esisteva o comunque si rivolgeva a pochissimi utenti. Il **tasso di diffusione** e maturazione delle **tecnologie digitali** (in senso ampio, come vedremo nel seguito) è cresciuto in modo vertiginoso, rendendole via via disponibili a chiunque. Tutto questo, ad una velocità supersonica, compatibile con una crescita certamente più che lineare, a tratti **esponenziale**. Reagire lentamente a questa progressione così dirompente può generare effetti catastrofici sulle imprese, indipendentemente dalla posizione di mercato pre-esistente. Il caso della Kodak trasferisce questo concetto meglio di mille parole.

---

<sup>16</sup> <http://www.internetworldstats.com>

## La triste storia di KODAK

**Kodak** è passata da essere storico (131 anni di attività) leader mondiale nella produzione e distribuzione di sistemi per la fotografia analogica, ad azienda fallita per l'assenza di liquidità ed incapacità di vendere i propri brevetti (2012). La mancata ristrutturazione del modello di business (inizio anni 2000) verso il formato digitale della fotografia, ha condotto l'azienda a subire il nuovo mercato, invece che ad esserne un protagonista, sebbene fosse stata proprio Kodak ad inventare, nel lontano 1975, la fotografia digitale. Ai tempi l'azienda

stimò in 25-30 anni la piena maturità del nuovo formato e quindi se la prese comoda, orientando gli investimenti su altri fronti<sup>17</sup>. Mai previsione fu più errata, visto che con largo anticipo, nei primi anni 90, si manifestò il boom delle macchine digitali, a dimostrazione di un trend di sviluppo ben più che lineare. L'azienda si dimostrò incapace di cavalcare il filone fiorente e fu costretta a cedere il passo a competitor certamente meno storici e prestigiosi, capaci però di rubare progressivamente quote di mercato, fino all'infelice esito del 2012.

Ma quali sono le tecnologie digitali su cui ha senso soffermarsi? Grazie alla descrizione di alcuni contributi ritenuti tra i più significativi ed autorevoli, nel proseguo verranno illustrate le tecnologie ritenute maggiormente rilevanti (*disruptive*), in grado cioè di stravolgere prodotti, processi, modelli di business delle imprese manifatturiere.

In principio fu *The Third Industrial Revolution*, termine coniato dal celebre **The Economist** in un editoriale (di enorme successo) dell'oramai lontano aprile 2012. Secondo la testata inglese, alcune nuove tecnologie digitali, avrebbero modificato in modo radicale le attività ed i prodotti realizzati dall'industria manifatturiera: l'impatto sarebbe stato così trasformativo, da dare avvio ad una nuova Rivoluzione Industriale, di portata pari a quella legata all'introduzione del forza motrice nelle aziende (Prima Rivoluzione Industriale) e poi della linea di montaggio con la conseguente nascita della produzione di massa (Seconda Rivoluzione Industriale). Tra le tecnologie analizzate e valutate, *The Economist* citava la *Stampa 3D*, l'uso di *materiali avanzati*, le *nanotecnologie* e la *robotica*, viste come leve adoperabili anche e soprattutto dalle piccole e medie imprese (*"Millions of small and medium-sized firms will benefit from new materials, cheaper robots, smarter software, an abundance of online services and 3D printers"*).

A circa un anno di distanza da questo primo contributo, anche **Scientific American** pubblicò uno speciale dedicato all'impatto di nuove tecnologie digitali sulle attività manifatturiere. L'articolo, intitolato *How to make the next big thing*, portava alla luce alcune applicazioni pionieristiche di *Stampa 3D*, *Robotica avanzata*, *Intelligenza artificiale* e *Nanotecnologie*, che stavano colpendo (e avrebbero colpito in futuro) diversi settori industriali. Tale report sosteneva che, a differenza delle precedenti rivoluzioni industriali, quella in corso si caratterizzava per un uso ed una circolazione delle informazioni senza pari: *"The technological revolution under way now [...] is driven by information"*.

Sempre a maggio 2013, **McKinsey** conia il termine *disruptive*, da associare alle nuove tecnologie emergenti; in particolare, all'interno del report *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*, aggiunge alla lista di tecnologie disponibili anche *l'Internet delle Cose*. Rispetto ai contributi precedenti, l'articolo ha il pregio di stimare gli impatti economici attesi a seguito delle implementazioni pratiche di tali tecnologie nel prossimo decennio, settore per settore.

<sup>17</sup> Steven Sasson, *l'inventore della fotografia digitale* - *Wired* - Maggio 2011

TECHNOLOGY	Illustrative rates of technology improvement and diffusion	Illustrative groups, products, and resources that could be impacted	Illustrative pools of economic value that could be impacted
INTERNET	<p><b>\$5 million vs. \$400</b> - Price of the fastest supercomputer in 1975 vs. that of an iPhone 4 today, equal in performance (MFLOPS)</p> <p><b>6x</b> - Growth in sales of smartphones and tablets since launch of iPhone in 2007</p>	<p><b>4.3 billion</b> - People remaining to be connected to the Internet, potentially through mobile Internet</p> <p><b>1 billion</b> - Transaction and interaction workers, nearly 40% of global workforce</p>	<p><b>\$1.7 trillion</b> - GDP related to the Internet</p> <p><b>\$25 trillion</b> - Interaction and transaction worker employment costs, 70% of global employment costs</p>
AUTOMATION OF KNOWLEDGE WORK	<p><b>100x</b> - Increase in computing power from IBM's Deep Blue (chess champion in 1997) to Watson (Jeopardy winner in 2011)</p> <p><b>400+ million</b> - Increase in number of users of intelligent digital assistants like Siri and Google Now in past 5 years</p>	<p><b>230+</b> - million Knowledge workers, 9% of global workforce</p> <p><b>1,1 billion</b> - Smartphone users, with potential to use automated digital assistance apps</p>	<p><b>\$9+ trillion</b> - Knowledge worker employment costs, 27% of global employment costs</p>
THE INTERNET OF THINGS	<p><b>300%</b> - Increase in connected machine-to-machine devices over past 5 years</p> <p><b>80-90%</b> - Price decline in MEMS (microelectromechanical systems) sensors in past 5 years</p>	<p><b>1 trillion</b> - Things that could be connected to the Internet across industries such as manufacturing, health care, and mining</p> <p><b>100 million</b> - Global machine to machine (M2M) device connections across sectors like transportation, security, health care, and utilities</p>	<p><b>\$36 trillion</b> - Operating costs of key affected industries (manufacturing, health care, and mining)</p>
ADVANCED ROBOTICS	<p><b>75-85%</b> - Lower price for Baxter than a typical industrial robot</p> <p><b>170%</b> - Growth in sales of industrial robots, 2009-11</p>	<p><b>320 million</b> - Manufacturing workers, 12% of global workforce</p> <p><b>250 million</b> - Annual major surgeries</p>	<p><b>\$6 trillion</b> - Manufacturing worker employment costs, 19% of global employment costs</p> <p><b>\$2-3 trillion</b> - Cost of major surgeries</p>
AUTONOMOUS VEHICLES	<p><b>7</b> - Miles driven by top-performing driverless car in 2004 DARPA Grand Challenge along a 150-mile route</p> <p><b>1,540</b> - Miles cumulatively driven by cars competing in 2005 Grand Challenge</p> <p><b>300,000+</b> - Miles driven by Google's autonomous cars with only 1 accident (which was human-caused)</p>	<p><b>1 billion</b> - Cars and trucks globally</p> <p><b>450,000</b> - Civilian, military, and general aviation aircraft in the world</p>	<p><b>\$4 trillion</b> - Automobile industry revenue</p> <p><b>\$155 billion</b> - Revenue from sales of civilian, military, and general aviation aircraft</p>
3D PRINTING	<p><b>90%</b> - Lower price for a home 3D printer vs. 4 years ago</p> <p><b>4x</b> - Increase in additive manufacturing revenue in past 10 years</p>	<p><b>320 million</b> - Manufacturing workers, 12% of global workforce</p> <p><b>8 billion</b> - Annual number of toys manufactured globally</p>	<p><b>\$11 trillion</b> - Global manufacturing GDP</p> <p><b>\$85 billion</b> - Revenue from global toy sales</p>

Tabella 1 - Applicazioni ed impatti economici di nuove tecnologie (McKinsey 2013)

Infine, non si può non citare un'altra pubblicazione da parte di **Gartner**<sup>18</sup> che, rispetto alle precedenti, garantisce una maggiore continuità temporale, essendo realizzata su base annuale: *The Hype Cycle* è una rappresentazione grafica con lo scopo di sintetizzare in un'unica vista lo stato di maturazione e adozione di svariate tecnologie emergenti. In questo grafico Gartner si propone di discriminare tra il livello di esposizione mediatica delle nuove tecnologie e l'impatto che le stesse hanno (e avranno) sull'economia globale. L'idea di fondo è che tali nuove tecnologie siano soggette ad un percorso comune prima di arrivare alla completa maturazione, che passa per le fasi di **innesco** (il momento della prima applicazione della tecnologia), **crecita e picco di inflazione delle aspettative** (in cui i media si interessano delle prime applicazioni reali, alimentando aspettative esagerate nella platea, progressivamente più ampia), passando poi per una fase di **disillusione** ("non è vero niente di quello che ci hanno raccontato") ed infine di **maturazione** (che porta le aspettative a confluire ad un livello coerente con le effettive possibilità).

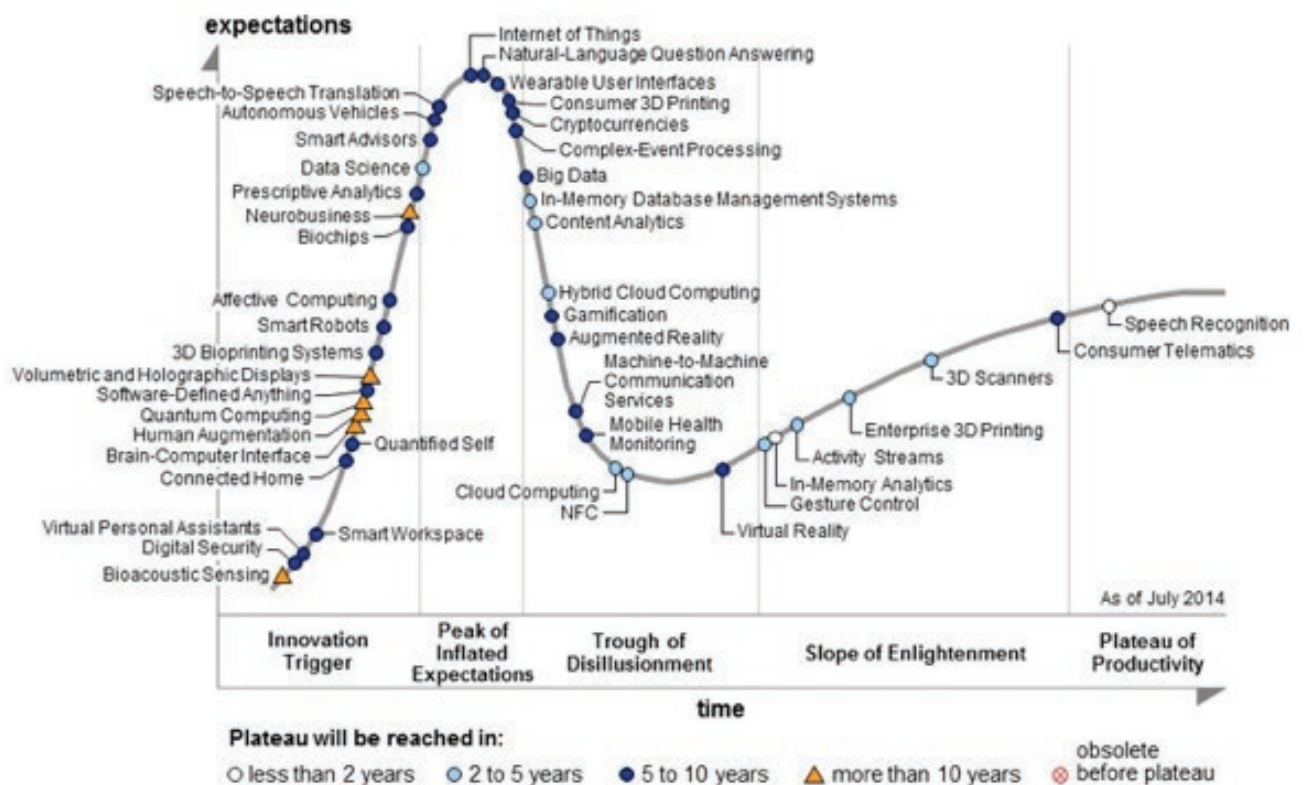


Figura 6 - Hype Cycle 2014 (Gartner)

<sup>18</sup> *Hype Cycle for Emerging Technologies - Gartner - Agosto 2014*

<sup>19</sup> *The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything - Cisco - Aprile 2011*

Tutte le tecnologie citate in precedenza si caratterizzano per un tasso di crescita e diffusione (quasi) sempre a doppia cifra su base annua, non necessariamente però innescatosi immediatamente in corrispondenza della loro “invenzione”, bensì figlio di un fisiologico processo di maturazione e adattamento, durato anche qualche decennio. Ad esempio, la *stampa 3D*, è stata brevettata per la prima volta nel lontano 1980 da Charles Hull, fondatore e (tuttora) presidente della 3D Systems, azienda leader nel settore. La tecnologia ha seguito un processo di incubazione di quasi 25-30 anni, per arrivare ai giorni nostri con un ampio spettro di tecniche di stampa e materiali utilizzabili. Altro esempio, legato all’*Internet delle Cose*. Sebbene secondo Cisco<sup>19</sup> l’Internet delle Cose nasca formalmente solo nel 2009, momento storico in cui sono stati connessi alla rete più dispositivi rispetto alla popolazione mondiale, le radici del paradigma dell’IoT possono essere fatte risalire a diversi anni prima. Nella sua forma più semplice, l’Internet delle Cose nasce con la diffusione dei primi sistemi RFID, intesi come la sensoristica di base in grado di abilitare gli oggetti a trasportare informazioni lungo la supply chain e trasmetterle quando richiesto. Infine, i primi esempi di *realtà aumentata* risalgono all’inizio del millennio, come sottolineato da Gartner<sup>20</sup>, sebbene l’enfasi mediatica sia arrivata solo negli ultimi 2-3 anni, a seguito dei tentativi di Google di realizzare e rendere disponibili a prezzi popolari i famosi (Google) Glasses.

La piena comprensione di quale potrà essere l’impatto di queste tecnologie digitali sulle attività manifatturiere e dei profondi cambiamenti che queste genereranno sui processi e sui prodotti realizzati, sarà fornita solo più avanti nel presente rapporto, numeri alla mano (cfr. D3. Che benefici stanno ottenendo?). È però possibile provare sin da ora a sintetizzare le ragioni per le quali queste tecnologie vengono considerate *disruptive*, e perché stanno dando il via (senza condizionale) ad una nuova rivoluzione industriale:

- **Sono elementi abilitanti** che permettono alle imprese di rispondere alle nuove spinte competitive, garantendo (i) una maggiore flessibilità ed agilità ai processi manifatturieri ed (ii) un aumento delle funzionalità dei prodotti, non più intesi come semplici beni fisici bensì soluzioni in grado di soddisfare esigenze esplicite ed implicite dei consumatori
- **La rapidità con cui si stanno diffondendo supera quella manifestata dalle precedenti innovazioni/rivoluzioni** (seppur di portata radicale). L’adozione di nuove tecnologie digitali sta subendo un aumento (talvolta) inaspettato e non prevedibile sulla base delle analisi di serie storiche di precedenti innovazioni, che le porta in tempi molto brevi ad essere globalmente note (ed impiegate). Richard Dobbs, James Manyika e Jonathan Woetzel di McKinsey mostrano nella loro pubblicazione *No Ordinary Disruption*<sup>21</sup> come il tasso di crescita e diffusione delle applicazioni digitali stia galoppando a ritmi esponenziali. A titolo esemplificativo, la tv ha impiegato quasi 15 anni a raggiungere 50 milioni di utenti nel mondo, Twitter 9 mesi. O ancora: ci sono voluti 115 anni per passare dal primo telefono al primo sito web; e da qui, ne sono bastati 16 per arrivare al primo modello di iPhone.

---

<sup>20</sup> *Technologies soon to enter your radar screen – Gartner – Settembre 2001*

<sup>21</sup> *No Ordinary Disruption: The Four Global Forces Breaking All the Trends – McKinsey – Aprile 2015*

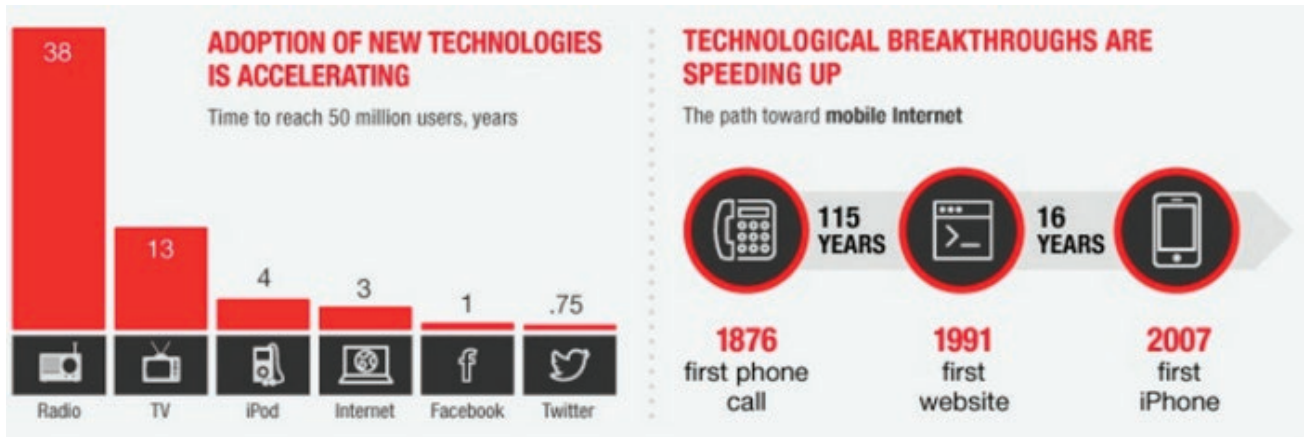


Figura 7 - The four global forces breaking all the trends (McKinsey 2015)

- **Le possibili applicazioni sembrano poter spaziare in tutti i settori ed indipendentemente dalle dimensioni aziendali.** Per queste ragioni si parla di rivoluzione digitale democratica e trasversale. Tutti i comparti economici, ed a maggior ragione manifatturieri, possono (o potranno) essere soggetti a modifiche più o meno rilevanti; dal settore alimentare, in cui i sensori dell'IoT possono abilitare una tracciabilità completa delle merci lungo la filiera a costi ridotti, sino a quello di produzione di beni strumentali, in cui l'utilizzo della stampa 3D permetterà di produrre componenti complessi a costi ed in tempi inferiori, (magari) direttamente vicino al mercato di sbocco. Potranno accedere a queste tecnologie digitali anche le PMI (in certi casi direttamente i consumatori finali), che potranno beneficiare di soluzioni scalabili facilmente accessibili a prezzi contenuti. Si pensi alla riduzione dei prezzi delle stampanti 3D, disponibili a cifre inferiori ai 10.000€ per applicazioni non domestiche (per quelle domestiche siamo al di sotto dei 1.000 €), alla disponibilità di tag e sensori IoT a pochi centesimi, alla disponibilità di applicazioni di realtà aumentata a costo nullo sul proprio smartphone, etc.

In definitiva, nessuna azienda può dirsi esclusa a priori da questa nuova rivoluzione digitale. È quindi venuto il momento di indagare a fondo questo fenomeno, in primis nel contesto italiano.

*There's no chance that the iPhone is going to get any significant market share. No chance.*

Steve Ballmer (2007), former CEO Microsoft

*In five years, I don't think there will be a reason to have a tablet anymore...  
Tablets themselves are not a good business model.*

Thorsten Heins (2013), CEO Blackberry

# Parte II – LA RICERCA

I numerosi contributi che la letteratura propone (manifestano alcuni **limiti legati perlopiù alla profondità delle analisi e all'approccio troppo spesso qualitativo**. Quasi sempre il punto di partenza delle trattazioni è infatti l'illustrazione di **pochi** (e ormai ben noti) **casi eccellenti**, che sono lontani dal tessuto industriale italiano. Inoltre, tali contributi tendono a focalizzarsi verticalmente su una tecnologia, perdendo di vista le (possibili) sinergie orizzontali con le altre, in grado di amplificare gli impatti.

La nostra ricerca vuole invece tracciare in modo quantitativo lo stato dell'arte nell'industria Italiana del livello di conoscenza, diffusione e utilizzo di 7 tecnologie digitali: **Stampa 3D, Internet delle Cose, Realtà Aumentata, Realtà Virtuale, Robotica e Intelligenza Artificiale, Nanotecnologie e Social Manufacturing**. L'approccio adottato è sia "orizzontale", investigando come le suddette tecnologie siano diversamente note e impiegate all'interno di un settore industriale, sia verticale, verificando come una tecnologia possa essere impiegata all'interno di differenti comparti manifatturieri. Inoltre, le analisi proposte sono prettamente quantitative, andando a misurare in modo oggettivo cause e effetti della rivoluzione digitale in corso.

Il progetto vuole contribuire alla creazione di **evidenze empiriche** analizzando a 360° il fenomeno della digitalizzazione, sia dal punto di vista di chi le tecnologie le deve utilizzare (aziende manifatturiere), sia di chi le deve sviluppare e proporre sul mercato (provider tecnologici). Per fare questo, sono previste **4 fasi principali di lavoro**: **survey** rivolta agli utilizzatori finali, **interviste ai provider**, casi di studio eccellenti, consultazioni con **esperti** internazionali.



## Perché questa ricerca



### Approfondimento 4: Le ricerche più rilevanti

- Cross-sectoral Analysis of the Impact of International Industrial Policy on Key Enabling Technologies, Unione Europea, Marzo 2011
- Third Industrial Revolution, The Economist, Aprile 2012
- Digitizing the value chain for high performance, Accenture, Aprile 2013
- The next big thing, Scientific American, Maggio 2013
- The Short History of the Future of Manufacturing, The Economist, Maggio 2013
- Disruptive technologies: advances that will transform life, business, and the global economy, McKinsey Global Institute, Maggio 2013
- Hype Cycle for Emerging Technologies, Gartner, Luglio 2013
- Hype Cycle for Emerging Technologies, Gartner, Agosto 2014
- Top 10 Emerging Technologies of 2015, Scientific American, Marzo 2015
- Industry 4.0. The future of productivity and growth in manufacturing industries, BCG, Aprile 2015



Le ricerche e gli studi descritti nei paragrafi precedenti (e altri che per ragioni di sintesi non sono stati citati), hanno avuto il pregio di tracciare un quadro chiaro delle potenzialità delle tecnologie digitali di nostro interesse. Ad un occhio allenato però traspaiono una serie di limiti; in primis, molto spesso le analisi proposte risultano non troppo approfondite, limitandosi ad analizzare l'oggi piuttosto che volgere lo sguardo al domani. In secondo luogo, il punto di partenza di tali contributi sono quasi sempre pochi illustri casi eccellenti che, al di là dell'indubbio impatto scenografico, non possono certo costituire una statistica e nemmeno fungere da riferimento per la media industria Italiana.

Andando ancora più a fondo nell'esame critico dei contributi di cui al box di Approfondimento 4, si possono individuare almeno due mancanze principali, che questa ricerca si pone l'obiettivo di colmare:

- **Si focalizzano verticalmente su una/poche tecnologia/e, non indagando le (possibili) sinergie tra di esse.** Questo è un limite molto forte. Basti pensare alle sinergie che possono nascere tra Stampa 3D, Internet delle Cose e Social Manufacturing, il cui risultato è evidente nel nascente movimento dei *makers*<sup>22</sup>. Oppure dall'interazione tra le centinaia di sensori presenti all'interno delle recenti macchine a guida autonoma, senza i quali i sistemi di Intelligenza Artificiale non avrebbero a disposizione le informazioni per procedere nel loro percorso. Le pubblicazioni disponibili, spesso si focalizzano solo su una di queste tecnologie, analizzando in modo verticale gli ambiti applicativi ed i benefici generati, senza considerare che le diverse tecnologie potrebbero avere un utilizzo ed una diffusione sinergica, anche differente da settore a settore. Ad esempio, per settori in cui la Stampa 3D potrebbe oggi avere poco senso visti i limiti che ancora manifesta, altre tecnologie potrebbero invece supportare le imprese ad essere maggiormente competitive, per esempio grazie alla possibilità di un controllo puntuale dei consumi dei processi produttivi e dello stato dei propri prodotti, grazie all'uso di IoT e di potenti strumenti di analytics e intelligenza artificiale.
- **Le analisi prodotte tendono a fermarsi alla superficie dei fenomeni tecnologici, adottando un approccio qualitativo e non quantitativo.** Spesso si tratta di contributi esplorativi che enunciano teorie e costrutti, senza però dimostrarli attraverso analisi su basi dati credibili. Le teorie proposte rimangono in sospeso, ed assomigliano più a spunti di riflessione piuttosto che concreti dati di fatto a supporto dello stato dell'arte di queste tecnologie. Inoltre, anche gli studi più recenti non seguono, nelle loro analisi, il flusso logico di un processo di valutazione di nuove tecnologie, limitandosi a fornire valutazioni in merito ad uno solo di questi step, che si tratti dei benefici raggiunti, oppure del livello di diffusione. Come si vedrà nel prossimo capitolo, obiettivo di questa indagine è invece quello di raggiungere un livello di dettaglio superiore, considerando a tutto tondo le fasi di analisi di fattibilità tecnica ed economica svolte delle aziende, valutando non solo l'utilizzo di queste tecnologie, ma (in primis) anche il livello di conoscenza, di rilevanza, di aspettative, etc.

Per queste ragioni, appare opportuno studiare con maggiore profondità il fenomeno in corso, per darne una descrizione omnicomprensiva capace di non perdere le potenziali sinergie, lavorando su di una base dati robusta costruita coinvolgendo un numero significativo di aziende manifatturiere.

---

<sup>22</sup> *Chris Anderson - Makers. Il ritorno dei produttori. Per una nuova rivoluzione industriale - 2012*

## Le tecnologie considerate

Prendendo spunto dagli articoli descritti in precedenza, questa ricerca vuole inquadrare il livello di conoscenza, diffusione e utilizzo, di diverse tecnologie / strumenti digitali, al fine di verificare e pesare il loro ruolo nell’ambito del processo di rivoluzione in corso.

In primis, è stato necessario selezionare **quali tecnologie considerare nell’analisi**, posto che non si poteva pensare di analizzarle tutte in profondità. La selezione operata deriva dall’analisi della letteratura tecnico-scientifica disponibile, con l’accortezza di non includere solo le tecnologie più “popolari” oggi, bensì cercando di prevederne lo sviluppo negli anni a venire.

Da questa cernita, sono emerse 7 “aree tecnologiche”: **Stampa 3D, Internet delle Cose, Realtà Aumentata, Realtà Virtuale, Robotica e Intelligenza Artificiale, Nanotecnologie e Social Manufacturing.**

Di seguito per ognuna delle 7 tecnologie prese in considerazione verrà proposto una breve scheda illustrativa (una sorta di carta d’identità utile in particolare per i non addetti ai lavori), con l’obiettivo di enunciarne le principali peculiarità, descriverne gli ambiti applicativi ed i potenziali benefici / limiti.

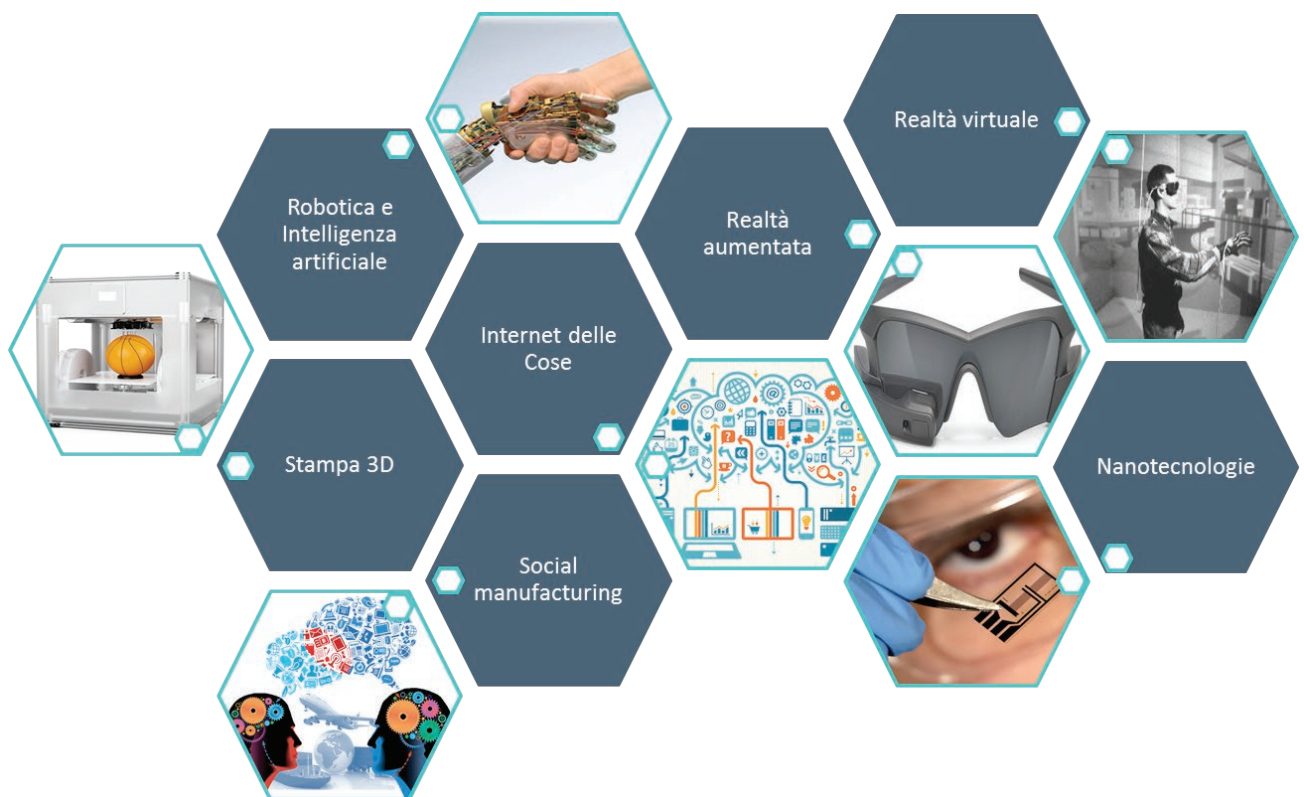


Figura 8 - Le tecnologie digitali selezionate

## Stampa 3D

<p><b>Cos'è e come funziona</b></p>	<p>La Stampa 3D (o 3D Printing) capovolge gli attuali paradigmi produttivi dell'industria meccanica: l'avvio della produzione non è più rappresentato dalle materie prime (oggetti "pieni"), da cui per asportazione si arriva al prodotto finito; il processo prende invece avvio dalla realizzazione di un modello informatico 3D dell'oggetto che, elaborato da applicativi specifici, viene scomposto in strati di alcuni centesimi di millimetro di spessore, depositati successivamente da stampanti in grado di comporre (e consolidare), strato dopo strato (<i>layer by layer</i>), il prodotto finito.</p>
<p><b>Impieghi e casi famosi</b></p>	<p><b>Prototipazione rapida &amp; pre-serie:</b> in questo caso il processo additivo viene utilizzato per la realizzazione di prototipi, grazie a cui effettuare valutazioni estetiche, funzionali, morfologiche, ergonomiche, etc. Questo è stato il primo ambito applicativo in cui la stampa 3D ha trovato spazio, e sino a qualche anno fa era anche l'unico. Giusto per fare un nome, la ben nota casa automobilistica Ford, sta utilizzando la tecnologia additiva per la prototipazione di numerosi componenti delle proprie autovetture. Anche Bticino utilizza stampanti 3D per la realizzazione di numerosi prototipi estetici e funzionali dei propri componenti, garantendo così la concomitanza della progettazione meccanica con quella elettrica. Ciò che rende la stampa 3D così vantaggiosa è la possibilità di passare direttamente dalla fase di design a quella di produzione, eliminando i passaggi intermedi di realizzazione degli utensili e stampi.</p> <p><b>Produzione di componenti:</b> l'implementazione della stampa 3D garantisce l'ottenimento di forme complesse e geometrie non realizzabili con i metodi sottrattivi, con l'opportunità di migliorarne alcune caratteristiche meccaniche. Giusto per citare un caso noto, GE Aviation, già oggi stampa diversi componenti delle proprie turbine con tecnologie additive, con volumi dell'ordine dei 100.000 pezzi/anno. Questo è il segnale che la tecnologia sta evolvendo, smettendo di essere efficace solo sulle piccole o piccolissime serie, bensì risultando credibile anche per produzioni di media serie. Nel caso specifico, i benefici possono essere valutati non solo dal punto di vista delle prestazioni delle turbine (più leggere e durevoli), ma anche in termini di efficienza del processo produttivo: gli ugelli vengono ora realizzati in un unico step produttivo, mentre con le tecnologie tradizionali era necessario produrre separatamente 20 componenti, successivamente da assemblare.</p> <p><b>Produzione on demand</b> (anche di parti di ricambio): la possibilità di modificare radicalmente la configurazione tipica delle filiere post-vendita delle aziende produttrici di beni di consumo durevole è uno scenario ad oggi poco investigato, sebbene potenzialmente molto interessante. Queste filiere sono caratterizzate da una complessità molto elevata, dovendo gestire gamme molto ampie di parti, normalmente caratterizzate da forte sporadicità della domanda. Se tali aziende avessero l'opportunità di stampare "al bisogno" i componenti necessari all'intervento manutentivo, ridurrebbero in modo ingente i costi di stoccaggio e trasporto della merce, garantendo un livello di servizio (quasi) pari al 100%. Le applicazioni in questo campo, seppure molto affascinanti, sono ancora limitate a pochissimi e rari casi, appartenenti a contesti specifici, come quello militare (US Navy, Royal Air Force), oppure a colossi della logistica (Maersk).</p>

Benefici	Limiti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione dei tempi di prototipazione, produzione, time to test e time to market</li> <li>• Realizzare forme e geometrie non possibili con tecnologie tradizionali</li> <li>• Realizzare economicamente prodotti unici</li> <li>• Realizzare direttamente prodotti finiti senza operazioni di finitura</li> <li>• Vendita del modello 3D invece del prodotto fisico</li> <li>• Riduzione del materiale di scarto / materia prima in input</li> <li>• Riduzione dei consumi: processo additivo meno energivoro rispetto alle tecniche tradizionali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limite dimensionale dei pezzi da realizzare in funzione della dimensione della stampante (e della velocità di stampa)</li> <li>• Elevato costo dei materiali e delle stampanti</li> <li>• Limitate possibilità di utilizzare differenti materiali nello stesso processo di stampaggio</li> </ul>

## Internet delle Cose

<p><b>Cos'è e come funziona</b></p>	<p>Elemento peculiare della tecnologia IoT è la possibilità che ogni oggetto possa essere in grado di scambiare in modo autonomo informazioni con gli oggetti circostanti, modificando anche il proprio comportamento in funzione degli input ricevuti dagli altri oggetti. Si è iniziato a parlare di IoT sin dal 2010, da quando (secondo Cisco, uno dei maggiori fornitori di soluzioni ICT in ambito IoT), il numero di oggetti connessi alla rete (di qualsiasi tipologia e dimensione) ha superato il numero degli abitanti del nostro pianeta. Si stima che entro il 2020 il numero di oggetti in grado di comunicare ed interagire arriverà a superare la soglia dei 50 miliardi. L'IoT si trova molto vicino al picco della curva delle aspettative: si tratta di un tema molto discusso, sebbene le applicazioni effettive siano ancora ridotte e i risultati richiedano ancora tempo prima di poter essere pienamente quantificati. Gartner stima in almeno 10 anni il periodo di maturazione definitiva, coerentemente con la necessità da parte dei provider tecnologici di creare piattaforme, protocolli ed ecosistemi di sviluppo integrati e diffusi su scala mondiale, in grado di garantire la sicurezza dell'interazione tra oggetti diversi in real time.</p>
<p><b>Impieghi e casi famosi</b></p>	<p>L'utilizzo di queste nuove tecnologie abilita il processo di servitizzazione delle aziende. Tale fenomeno è alla base di tutte le politiche di "sfruttamento" dei prodotti in conformità a quanto vengono effettivamente utilizzati dal cliente (<i>pay x use</i>), oppure in funzione delle ore di disponibilità (<i>pay x availability</i>), oppure in base al rendimento che essi garantiscono (<i>pay x performance</i>). Un ruolo chiave ce l'ha ovviamente il ritorno delle informazioni dai clienti verso i produttori, legate in primis allo stato di funzionamento del prodotto e ad una serie di condizioni al contorno, grazie alle quali elaborare specifiche politiche di manutenzione e service. Tutto questo è possibile grazie all'impiego di sensori miniaturizzati. Rilevanti al riguardo sono gli esempi di <b>Xerox</b> e di <b>Rolls Royce</b>. In particolare, l'azienda britannica dal 2005 non vende più turbine per aerei, bensì le ore di volo che tali turbine sono in grado di garantire, permettendo al cliente di pagare un canone mensile/annuale in base all'effettivo utilizzo. I dati sul funzionamento (prestazioni e condizioni) dei motori sono rilevati da sensori avanzati e inviati in tempo reale via satellite ad un centro operativo in cui vengono elaborati fino a generare report contenenti segnalazioni poi interpretate dagli ingegneri. Anche i processi logistico-produttivi potranno essere fortemente impattati dall'introduzione sistematica dell'IoT. Già oggi per esempio <b>Amazon</b> e <b>FedEx</b> hanno messo a punto sistemi in grado non solo di tracciare istantaneamente la posizione di ogni singolo articolo, bensì comunicare ai destinatari anche le condizioni (temperatura, umidità, sollecitazioni, ...) in cui sta avvenendo il trasporto. Rilevanti anche le applicazioni in ambito smart metering, smart car e domotica.</p>

Benefici	Limiti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tracciabilità materiali/prodotti lungo la filiera</li> <li>• Monitoraggio delle condizioni d'uso dei prodotti</li> <li>• Verifica delle condizioni di mantenimento dei prodotti</li> <li>• Condivisione delle informazioni tra partner della filiera</li> <li>• Verifica e autoregolazione dei consumi dei macchinari</li> <li>• Sviluppo di politiche di service e manutenzione specifiche per cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le capacità necessarie per la realizzazione di dispositivi intelligenti, risiedono abitualmente al di fuori delle competenze degli operatori e dei produttori di dispositivi tradizionali</li> <li>• Le attuali applicazioni sono state implementate in versioni create ad hoc, utilizzando diversi standard per lo sviluppo e il deployment</li> <li>• Il mercato IoT è composto da diversi settori le cui applicazioni tendono ad avere poco in comune tra loro, rendendo le soluzioni difficilmente scalabili</li> </ul>

## Social Manufacturing

<p><b>Cos'è e come funziona</b></p>	<p>Con il termine Social Manufacturing, si tiene conto di un portafoglio di tecnologie che concorrono ad una maggiore diffusione delle attività manifatturiere (come tipicamente definite e intese), al di là dei confini fisici degli stabilimenti e degli uffici. Mutuando la definizione del NIST per il Cloud Computing, il Social Manufacturing può essere definito come “un metodo per abilitare, tramite la rete, l'accesso diffuso, agevole e a richiesta, ad un insieme condiviso e configurabile di risorse manifatturiere (ad esempio software di supporto alla produzione, risorse e capacità produttive)”.</p> <p>In particolare, tale paradigma tecnologico (la definizione di tecnologia è davvero troppo restrittiva), permette di abilitare forti integrazioni tra un'azienda e tutti i partner che compongono la filiera, sino a giungere anche ad una collaborazione diretta (prima impossibile) con i clienti finali, gli utilizzatori del prodotto, oltre che con i fornitori a monte.</p>
<p><b>Impieghi e casi famosi</b></p>	<p>Esistono due differenti applicazioni di piattaforme di Social Manufacturing: una diretta verso monte della filiera (verso i fornitori), ed una verso valle, nell'ottica di interagire con i clienti (sia consumatori finali, sia clienti intermedi). In entrambi i sensi, si stanno diffondendo sempre più sistemi e piattaforme per la condivisione di informazioni, nell'ottica di facilitare un processo comune e trasparente di progettazione dei prodotti. In questa accezione, tutte le tecniche di integrazione di co-design, concurrent engineering, etc., rappresentano bene questo concetto. Nella configurazione limite, stanno emergendo una serie di piattaforme nelle quali l'intera rete di utenti del web è designer di qualcosa. <b>Shapeways.com, Thingiverse.com, Sketchup.it</b>, sono solo alcuni dei siti sui quali un qualsiasi utente, una qualsiasi azienda, può fare una ricerca in un database pressoché illimitato di modelli pre-configurati ed open source, ai quali gli utenti della rete hanno contribuito a dare vita. Indubbiamente tali strumenti sono ad oggi rivolti ai consumatori finali, anche se non ci sono vincoli alla realizzazione di piattaforme simili in ambito industriale. In questo senso si può portare l'esempio di <b>Nike</b>. L'azienda statunitense ha da poco messo a disposizione dei propri clienti un servizio di personalizzazione avanzata di scarpe, borse, e vestiario in generale, con cui ogni utente può definire il proprio modello. Non si parla di scegliere all'interno di una gamma di opzioni pre-esistenti. Grazie a questa piattaforma l'utente può definire esattamente la scarpa (giusto per fare un esempio concreto) che desidera, importando il modello virtuale del proprio piede per averla perfettamente calzante, scegliendone i materiali e gli accessori desiderati.</p> <p>Infine, la condivisione può essere estesa anche ai mezzi di produzione. Già oggi esistono aziende che lasciano la gestione dei propri macchinari agli stessi fornitori che li hanno venduti, svincolandosi da responsabilità di pianificazione e di gestione della manutenzione. Questo il caso della italiana <b>MCM</b> (produttore di beni strumentali), che da alcuni anni fornisce anche servizi di schedulazione della produzione per i propri macchinari, installati presso aziende utilizzatrici.</p>

Benefici	Limiti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione dei tempi di progettazione e sviluppo dei nuovi componenti e prodotti</li> <li>• Riduzione della complessità della supply chain, limitando la varietà di business object e delle relazioni tra di essi</li> <li>• Maggiore integrazione tra gli attori della filiera e aumento della trasparenza delle informazioni lungo di essa</li> <li>• Aumento della flessibilità operativa (potendo condividere / facendo ricorso a beni e asset condivisi)</li> <li>• Maggiore focalizzazione sulle attività core di ogni azienda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limiti culturali, organizzativi, e resistenza al cambiamento da parte delle aziende</li> <li>• Ridotto spirito di collaborazione tra aziende esterne, anche se appartenenti a stesse filiere</li> </ul>

## Robotica e Intelligenza Artificiale

<p><b>Cos'è e come funziona</b></p>	<p>L'Intelligenza Artificiale studia i fondamenti teorici, le metodologie e le tecniche che consentono di progettare sistemi hardware e software capaci di fornire all'elaboratore elettronico prestazioni che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana (Somalvico 1987<sup>23</sup>). Quindi, obiettivo ultimo delle discipline di Intelligenza Artificiale, è quello di migliorare le prestazioni dell'elaborazione informatica, portandola ad un livello sempre maggiore di comunanza con i processi cognitivi umani (anche se non sarà possibile replicarli in toto). Il tutto, slegando i risultati dei calcoli del computer dalla struttura (rigida e statica) di un programma software così come le intendiamo oggi, con righe di codice predefinite che impongono le modalità e le possibilità di manipolazione dei dati. Già ad oggi, la capacità di replicare (in parte) alcune prestazioni tipiche dell'intelligenza umana, come la capacità di risolvere problemi tramite procedimenti inferenziali, è entrata a far parte di diversi comparti della robotica avanzata. I nuovi robot industriali sono in grado di percepire, analizzare ("intelligere") ed interagire con il mondo circostante approssimando (molto bene) il comportamento che avrebbe potuto avere un operatore umano con gli stessi input.</p>
<p><b>Impieghi e casi famosi</b></p>	<p>Nel campo della robotica può essere citato il caso di <b>Rethink Robotics</b>, start-up di Boston, che ha prodotto un robot (Baxter) in grado di caricare e scaricare materiale da linee di montaggio, ordinare e classificare prodotti, a prezzi accessibili alle PMI. Se fin qui potrebbe sembrare che Baxter non sia differente dai robot industriali sul mercato, per coglierne le peculiarità si deve andare al cuore del prodotto, per l'appunto dotato di Intelligenza Artificiale, ovvero della possibilità di imparare dalle situazioni che gli vengono assegnate e da quanto esegue un operatore umano prima di lui. La complessa struttura di algoritmi e informazioni che lo guidano sono pensate per far sì che lui stesso possa auto-generare algoritmi (meta-algoritmi) con cui essere in grado di analizzare ed eseguire azioni non necessariamente pre-caricate nel "software" originario.</p> <p>Altri campi di applicazione sono legati alla possibilità di elaborare sistemi di pianificazione e previsione avanzati (autonoma), in ambito produttivo e/o logistico per esempio, oppure di controllo autonomo dei processi, grazie alla costruzione di sistemi esperti complessi in grado di identificare in modo proattivo situazioni di pericolo. Basti pensare alle macchine a guida autonoma (la <b>Google Car</b> è forse la più nota), giusto per fare un esempio. Infine, anche gli attuali sistemi di elaborazione del parlato e analisi di informazioni destrutturate (non organizzate secondo database predefiniti, come i Big Data), sono basati sui fondamenti dell'intelligenza artificiale.</p>

Benefici	Limiti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento della flessibilità degli impianti</li> <li>• Maggiore automazione delle attività logistico-produttive</li> <li>• Supporto alle decisioni in ambienti complessi e dinamici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevata potenza di calcolo richiesta agli elaboratori</li> <li>• Elevato costo delle soluzioni basate su algoritmi di intelligenza artificiale</li> <li>• Maturità della tecnologia non (sempre) idonea per applicazioni in ambito industriale</li> </ul>

<sup>23</sup> Somalvico, Marco. *Intelligenza artificiale. Scienza & vita nuova, 1987*

## Realtà Aumentata

<p><b>Cos'è e come funziona</b></p>	<p>La Realtà Aumentata, a differenza della “sorella” realtà virtuale (cfr. paragrafo successivo), permette di non isolare l'utente in un ambiente digitale realizzato ad hoc, bensì di aggiungere (o sottrarre, se del caso) informazioni a quanto già percepito dall'utente, così da poterlo guidare e supportare in attività specifiche. Gli elementi distintivi della tecnologia, oltre agli occhiali guida, sono un microprocessore, una memoria interna, una fotocamera, ed un localizzatore GPS, grazie a cui posizionare l'utente nello spazio e, in funzione di quello che sta osservando, selezionare cosa mostrare per modificare quanto percepito. La tecnologia è conosciuta ai più grazie alla diffusione del termine stesso in seguito all'entrata in campo di aziende come <b>Google</b> e <b>ReconJet</b>, che hanno deciso di investire su questa tecnologia soprattutto per lo sviluppo di soluzioni in ambito consumer, (con la commercializzazione dei famosi glasses).</p>
<p><b>Impieghi e casi famosi</b></p>	<p><b>Service/Manutenzione:</b> si pensi alla possibilità di dotare gli operatori del post-vendita di strumenti di realtà aumentata (occhiali guida), in grado di indirizzarli nelle operazioni di manutenzione (sia che si tratti di un grande impianto produttivo, sia di un'automobile). L'operatore, trovandosi nei pressi del componente difettoso, potrà visualizzare la struttura del prodotto in cui esso è inserito, individuando l'origine del difetto, e, guidato sia da una procedura di istruzioni visive sovrapposte a ciò che realmente vede, sia da comandi vocali, procedere con la sostituzione / riparazione. <b>BMW, Mitsubishi Electric</b> e <b>Boeing</b> hanno dotato i propri operatori di manutenzione di occhiali a Realtà Aumentata.</p> <p><b>Prelievo e picking di magazzino:</b> si pensi alla possibilità di guidare gli operatori di magazzino tramite sistemi di realtà aumentata, indirizzandoli verso le scaffalature dove si trovano i prodotti presenti sulla lista di picking. Un sistema vocale indica quale prodotto deve essere prelevato, ed un insieme di elementi visivi come frecce ed indicatori, guida l'operatore sino alla postazione dove si trovano i prodotti, fino al completamento della lista di prelievo.</p> <p><b>Marketing/Vendite:</b> le soluzioni di realtà aumentata possono ridurre la distanza tra il produttore ed il cliente, permettendo a quest'ultimo di testare virtualmente la presenza di un nuovo mobile all'interno della propria stanza, un nuovo paio di occhiali da sole direttamente sul viso (es. <b>E-Bay</b>), oppure il funzionamento e l'ergonomia di un rasoio elettrico.</p>

Benefici	Limiti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supporto alle operazioni di manutenzione/service</li> <li>• Formazione interattiva e addestramento personale</li> <li>• Sostituzione di manuali d'uso e disegni cartacei con contenuti digitali immediati</li> <li>• Aumento della customer experience</li> <li>• Aumento dell'efficacia/efficienza delle operazioni di picking e allestimento ordine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il posizionamento preciso dell'operatore, unitamente alla necessità di adattare le informazioni sovrainposte a quanto effettivamente inquadrato, sono ancora limiti molto rilevanti</li> <li>• Le attuali applicazioni richiedono una potenza di calcolo significativa per rilevare quanto percepito ed aumentarlo con informazioni specifiche digitali, tale da richiedere processori (ancora) troppo grandi per applicazioni (veramente) wearable</li> </ul>

## Realtà Virtuale

<p><b>Cos'è e come funziona</b></p>	<p>Ben più nota della realtà aumentata, quella virtuale si caratterizza per una completa immersione dell'utente in un ambiente digitale costruito ad hoc, nel quale potersi muovere in libertà. In questo caso, i benefici si legano alla possibilità di effettuare test e simulazioni specifiche in ambienti virtuali. Esistono due tipologie di realtà virtuale. La prima è quella "immersiva", nella quale l'utente viene catapultato in un mondo virtuale grazie all'utilizzo di visori specifici, che gli permettono di vivere un'esperienza reale in un mondo virtuale. La seconda, più diffusa, fa riferimento ad una realtà virtuale "non immersiva", che comprende tutti gli strumenti di calcolo che permettono di virtualizzare un determinato processo.</p>
<p><b>Impieghi e casi famosi</b></p>	<p>Le applicazioni di Realtà Virtuale sono diverse e trasversali a tutti i comparti manifatturieri. Sono esempi di applicazioni i sistemi di modellazione, progettazione e simulazione con i quali le aziende possono anticipare le soluzioni a problemi non ancora riscontrati. Si pensi alla possibilità, per un produttore di auto, di simulare tutti gli ingombri dei componenti che dovranno essere montati sotto il cofano, verificandone gli accoppiamenti ed individuandone i conflitti, prima che questi siano anche solo progettati dai fornitori. Oppure di simulare il processo di colata di un altoforno, individuando i parametri chiave del processo e verificandone la sensibilità ad una qualsivoglia modifica. Altra applicazione potrebbe riguardare la modellizzazione ed il dimensionamento di una linea produttiva/di assemblaggio, simulandone differenti configurazioni per individuarne quella ottimale (forza lavoro, turnazioni, buffer di disaccoppiamento tra le diverse fasi di lavoro, etc.). In generale quindi, trattasi di applicazioni utili per anticipare potenziali problemi, che consentono per l'appunto test virtuali, senza la necessità di consumare risorse reali.</p>

Benefici	Limiti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione dei tempi e dei costi per la progettazione e sviluppo di nuovi prodotti e impianti</li> <li>• Riduzione dei costi operativi per il controllo dei processi operativi (virtualizzazione di processo)</li> <li>• Sviluppo di simulazioni e scenari what-if a costi contenuti, riducendo il numero di prove e test sul campo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevato costo delle soluzioni di virtualizzazione completa dei processi produttivi</li> <li>• Limitata disponibilità di risorse e competenze per uno sviluppo interno all'azienda di queste soluzioni</li> </ul>



## Nanotecnologie

<p><b>Cos'è e come funziona</b></p>	<p>Le Nanotecnologie ed i materiali avanzati incidono in maniera trasversale sulla manifattura e, forse, proprio questa caratteristica è l'elemento principale per cui hanno assunto negli ultimi anni una posizione di primo piano nelle politiche di sviluppo Europee, rientrando tra le Key Enabling Technologies<sup>24</sup> indicate dalla Commissione Europea come elementi fondanti per la competitività delle imprese del continente (numerose anche i bandi aperti all'interno del programma Horizon 2020, per circa 70 mio € stanziati).</p>
<p><b>Impieghi e casi famosi</b></p>	<p>I passi in avanti della tecnologia negli ultimi anni sono stati strabilianti, come dimostrano le applicazioni industriali di materiali quali il grafene che, costituito da un singolo foglio di atomi di carbonio, risulta molto leggero, ma allo stesso tempo più resistente di metalli quali acciaio e alluminio, aprendo sviluppi ed innovazioni nemmeno pensabili sino a pochissimi anni fa. Il segreto di questo materiale è legato alla sua struttura atomica che, grazie alle nanotecnologie, può essere manipolata e "aggiustata": i materiali, a livello atomico, hanno proprietà complessivamente differenti a quelle fisiche e chimiche mostrate a livello macro. Agendo quindi su scala atomica, è possibile creare materiali (stabili) con prestazioni meccaniche, chimiche e fisiche, nettamente superiori ai materiali tradizionali.</p> <p>Analogamente, è grazie all'utilizzo di nanotecnologie che oggi si può disporre, anche se per ora in un limitato numero di applicazioni, di materiali autopulenti e autorigeneranti, oppure di molecole selettive in grado di individuare le cellule tumorali da distruggere, non colpendo le zone sane del corpo.</p> <p>Con riferimento alle applicazioni di carattere industriale, i vantaggi possono essere ricondotti alla possibilità di utilizzare materiali più performanti, che quindi aumentano le funzionalità dei prodotti a disposizione (per esempio una matrice di una trafilatura, se trattata con uno strato superficiale di molecole di ossido di titanio, non sarebbe più soggetta ad usura da sporcizia, eliminando le fasi di manutenzione e rettifica della stessa), piuttosto che alla possibilità di modificare radicalmente i processi aziendali, che potrebbero sfruttare tecniche di lavorazione basate su soluzioni nanotecnologiche, in grado di aumentare la precisione della lavorazioni, riducendo i consumi energetici.</p>

Benefici	Limiti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento delle prestazioni fisico-chimico-meccaniche dei componenti e dei prodotti</li> <li>• Realizzazione di dispositivi su scala nanometrica</li> <li>• Efficientamento delle attività produttive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevato costo dei prodotti e dei materiali</li> <li>• Limitata maturazione della tecnologia, ancora in fase di sviluppo in laboratori di ricerca</li> </ul>

<sup>24</sup> Cross-sectoral Analysis of the Impact of International Industrial Policy on Key Enabling Technologies - Unione Europea - Marzo 2011

## Metodologia e obiettivi della ricerca

La principale domanda a cui la ricerca vuole dare risposta è la seguente: **è davvero in corso la rivoluzione digitale anche in ambito manifatturiero?** Partendo dalla considerazione di Paul Markillie che, nel report di *The Economist* a fine 2012, affermava: “*as manufacturing goes digital, it will change out of all recognition*”, appare evidente la necessità di provare a dare risposta a questa domanda con il supporto di numeri e dati fatto, non solo con teorie e supposizioni.

In accordo ai limiti (anche fisiologici, visto il limitato orizzonte temporale di riferimento) della letteratura disponibile sul tema, lo scenario attuale è caratterizzato da studi / ricerche tendenzialmente di natura esplorativa, che non quantificano lo stato dell'arte delle tecnologie, men che meno a livello Italiano. Prendendo spunto da questa lacuna, l'interesse prioritario del progetto è quindi quello di **contribuire alla creazione di evidenze empiriche** ottenute analizzando a 360° le tecnologie digitali, considerando sia come vengono percepite/utilizzate dalle aziende manifatturiere, sia come sono proposte sul mercato dai provider tecnologici. Indagare la Rivoluzione Digitale da questi due differenti punti di vista è fondamentale per ottenere una visione complessiva del fenomeno in corso, verificando (e analizzando) l'esistenza di eventuali gap fra quanto l'offerta è in grado di mettere a disposizione, ed i *desiderata* che le aziende utilizzatrici vorrebbero soddisfare.

Coerentemente a ciò, la ricerca si sviluppa in **quattro step principali**, identificati di seguito:

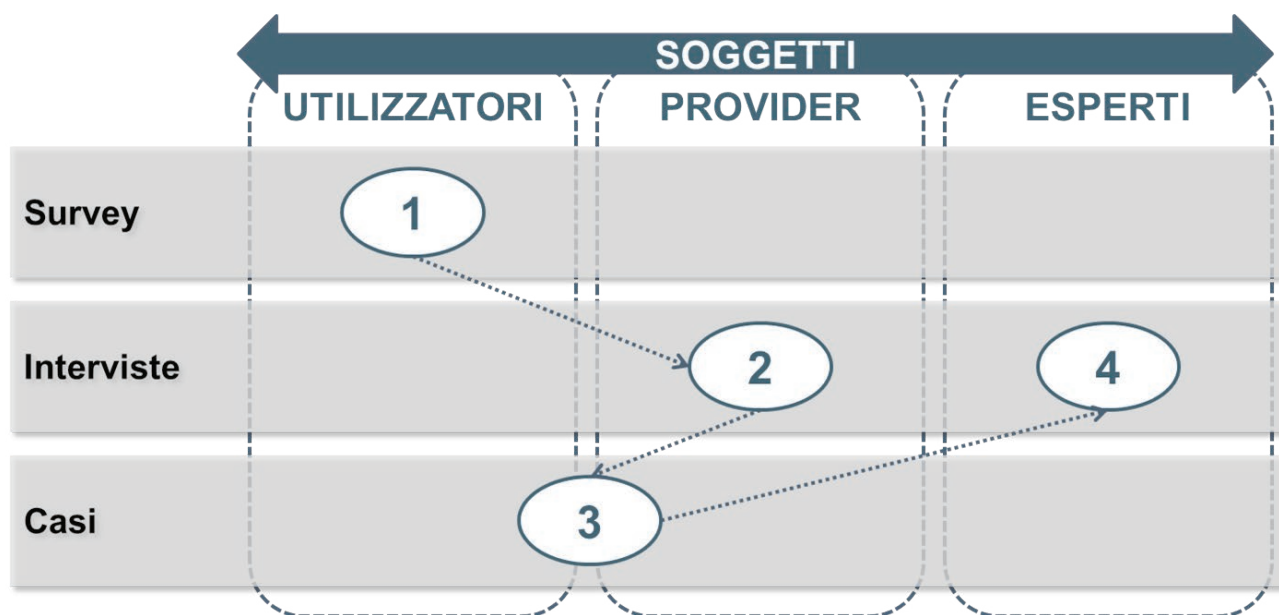


Figura 9 - Step della ricerca

1. **Survey utilizzatori:** con questa fase si vuole verificare la conoscenza, la diffusione e l'implementazione delle tecnologie digitali considerate, con l'obiettivo di comprendere la configurazione della domanda di questi nuovi strumenti (livello di maturità, livello di adozione, benefici raggiunti). Tale fase è stata svolta tramite un questionario online, indirizzato alle aziende manifatturiere utilizzatrici di queste tecnologie.
2. **Interviste a provider:** con questa seconda fase si vuole indagare come si posizionano i provider tecnologici e come si compone l'offerta di prodotti e servizi annessi alle nuove tecnologie digitali, e verso quali mercati vengano indirizzate

le strategie di vendita e commercializzazione. Lo svolgimento di questa fase prevede l'utilizzo in primis di un canale indiretto, come quello della survey online per raggiungere il maggior numero di provider tecnologici individuati, e successivamente di interviste dirette rivolte ai provider più rilevanti nel panorama italiano (ma non solo);

3. **Casi di studio:** grazie a approfonditi casi di studio che coinvolgeranno realtà utilizzatrici e provider di eccellenza, si intende andare nel dettaglio del processo implementativo di queste tecnologie, indagandone i fattori scatenanti ed i ritorni effettivamente ottenuti/ottenibili. Grazie al caso di studio si potranno cogliere gli aspetti peculiari nelle applicazioni delle tecnologie nei contesti reali delle imprese coinvolte; per questa ragione, in questa fase sono previste delle sessioni di interviste direttamente in azienda, rivolte ai conoscitori e ai fautori dell'implementazione delle tecnologie. Infine, seguirà una fase di astrazione e modellazione, da cui estrapolare i comportamenti comuni e trasversali alle tecnologie e ai settori industriali;
4. **Interviste ad esperti:** la quarta e ultima fase ha l'obiettivo di allargare l'orizzonte dell'indagine. Se gli utilizzatori e i provider possono fornire indicazioni su come si stiano muovendo queste due componenti soprattutto nel breve periodo, grazie all'aiuto di esperti nazionali e internazionali delle singole tecnologie (accademici, industriali, istituzionali), si vuole valutarne l'evoluzione nel medio-lungo periodo. Queste interviste verranno erogate in modo frontale con i singoli esperti.

La ricerca si declina su di un piano di progetto pluriennale, avviato nel 2013, e previsto in conclusione ad inizio 2016. Tale piano segue il canonico ciclo di una qualsivoglia ricerca empirica, in cui i dati che derivano da osservazioni della realtà (survey e/o casi industriali), vengono utilizzati per confermare e validare teorie / modelli precedentemente formulati. Il piano di lavoro è così strutturato:

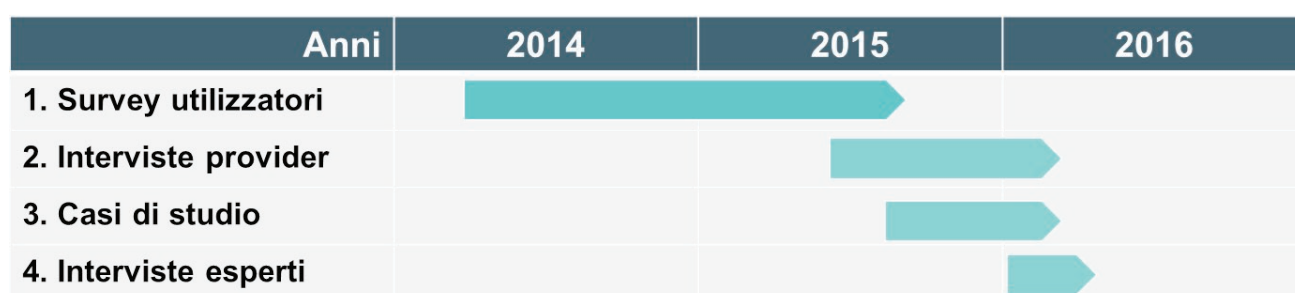


Figura 10 - Piano di progetto della ricerca

Come si può notare dalla Figura 10, ad oggi solo la prima fase (Survey utilizzatori) è stata completata. Pertanto, nel proseguo del documento, ogni qualvolta si parlerà di "ricerca" o di "risultati della ricerca", si farà riferimento solo a questa prima fase di lavoro.

## Processi indagati

Sebbene il titolo della ricerca sia “The Digital Manufacturing Revolution”, è bene sottolineare che il termine “manufacturing” non sia inteso come “inerente i processi prettamente produttivi”. Il termine manufacturing viene in questo caso utilizzato in senso ampio, visto che l’obiettivo della ricerca è quello di indagare l’impatto delle tecnologie digitali su tutti i processi aziendali, siano essi primari (acquisti, logistica, produzione, post-vendita), piuttosto che di supporto (pianificazione, amministrazione, risorse umane, sistemi informativi). Dalla descrizione delle tecnologie eseguita nei paragrafi precedenti, è chiaro come una focalizzazione eccessiva solo sui processi produttivi sarebbe stata troppo limitante, escludendo dalle analisi una vasta gamma di potenziali applicazioni e benefici su processi non prettamente produttivi. Si pensi per esempio alle applicazioni dell’IoT, della Realtà Aumentata e del Social Manufacturing, che spesso agiscono su processi, attività e fasi limitrofe a quelle relative alla realizzazione fisica dei prodotti. Prendendo spunto dalla catena dei processi di Porter<sup>25</sup>, si può delineare in maniera più precisa il perimetro della ricerca, individuando quali processi sono considerati nelle analisi proposte (Figura 11). La scelta di quali processi includere e quali eventualmente escludere, è inoltre diretta conseguenza dell’analisi delle principali applicazioni di queste tecnologie. Infatti, è evidente come Acquisti, Produzione, Logistica, Marketing e vendite, Service, Sistemi informativi e R&D siano aree direttamente coinvolte (seppure con modalità ed intensità anche molto diverse) dall’implementazione delle tecnologie digitali considerate. Le aree Risorse Umane e Amministrazione, sebbene non siano impattate in modo diretto (o lo siano in modo marginale), sono state incluse per la rilevanza che assumono nel processo di selezione della tecnologia e del suo corretto utilizzo all’interno delle aziende.



Figura 11 - Processi considerati nella ricerca (adattato da Porter 1985)

<sup>25</sup> Porter, M. 1985. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press



## La struttura della survey

L'indagine rivolta alle aziende manifatturiere ha l'obiettivo di rispondere a 5 domande, che dovrebbero colmare i limiti dei precedenti lavori e, soprattutto, quantificare lo stato dell'arte a livello Italiano della conoscenza e dell'adozione delle tecnologie digitali.

### OBIETTIVO

Verificare la conoscenza, la diffusione e l'implementazione delle tecnologie digitali all'interno del manifatturiero italiano

D1	Quali <b>conoscenze</b> hanno le aziende di queste <b>tecnologie</b> ?
D2	<b>Quante</b> aziende si stanno <b>muovendo</b> , e come?
D3	Che <b>benefici</b> stanno ottenendo (rispetto alle attese)?
D4	Quali <b>ostacoli</b> stanno incontrando?
D5	È davvero una rivoluzione <b>trasversale</b> ?

Figura 12 - Le aree investigate dalla survey

Questa fase della ricerca si è sviluppata attraverso un'indagine empirica volta a raccogliere informazioni necessarie ad identificare se (e come) questa nuova rivoluzione industriale fosse realmente in corso. La **survey** sviluppata è di **carattere esplorativo**, visto che l'obiettivo principale è quello di costruire una base di conoscenza relativa ad un fenomeno ancora poco investigato, rispetto al quale c'è ancora necessità di prendere piena coscienza, anche per identificare future direttrici per indagini più approfondite. In questa fase è quindi fondamentale la scelta dei parametri da misurare, e dei relativi indicatori di misura. Per queste ragioni è quindi imprescindibile una fase preliminare di analisi delle teorie esistenti, anche quelle solo confinanti con il campo di ricerca in esame, per poter comprendere come effettuare le osservazioni necessarie a studiare il fenomeno.

Si è optato per un **questionario a risposte miste aperte / chiuse**, somministrato **on-line**. Tale questionario è **suddiviso in 9 sezioni**. Le prime due riguardano le informazioni generali dell'azienda, del rispondente ed alcune domande relative ad una serie di prerequisiti tecnologici dell'azienda (es. livello di informatizzazione dei processi). Le successive sette (strutturalmente identiche) coprono le altrettante tecnologie analizzate, con l'obiettivo di indagare il livello di conoscenza/ rilevanza/utilizzo, nonché gli ostacoli incontrati ed i benefici attesi/raggiunti.

La **struttura** del questionario è stata progettata in ottica di **modularità**: coerentemente con gli obiettivi della ricerca, volta ad indagare sia la conoscenza delle tecnologie da parte delle aziende sia il livello di (eventuale) utilizzo delle stesse, è stato necessario dare l'opportunità ai rispondenti di non compilare le sezioni tecnologiche verso le quali non avessero nessun tipo di conoscenza/interesse. Ogni azienda partecipante ha avuto così l'opportunità di affidare la compilazione dei vari moduli a persone differenti, in funzione delle specifiche competenze richieste. Per questa ragione, ad ogni azienda presente nel campione, possono essere associati (sino a) 7 differenti rispondenti.

---

## STRUTTURA DEL QUESTIONARIO DI RICERCA

---

Sez. 1      Informazioni anagrafiche dell'azienda  
             Pre-requisiti tecnologici

Sez. 2      Informazioni anagrafiche del rispondente

Stato dell'arte della tecnologia:

- Descrizione progetti pianificati/in corso/svolti
- Aree aziendali impattate e coinvolte
- Principali risultati ottenuti (vs. aspettative)
- Analisi redditività investimenti sostenuti

Sez. 3-9

*(1 modulo a sé stante per ogni tecnologia indagata. È previsto che la compilazione di ciascun modulo possa essere affidata a persone diverse in azienda, in funzione delle specifiche competenze detenute)*

---



### Destinatari della ricerca

La ricerca si focalizza sul comparto manifatturiero italiano. Prendendo spunto dalle ricerche / pubblicazioni disponibili e dagli esempi che le medesime descrivono, è evidente come i settori potenzialmente impattati dalle nuove tecnologie digitali, siano davvero ampi e non identificabili a priori. Per questo motivo la ricerca si rivolge a **tutte le imprese, senza vincoli in termini dimensionali** (micro, piccole, medio e grandi imprese sono considerate) e **settoriali** (partendo dall'industria alimentare, passando per la metallurgia, il machinery, sino all'automotive). Questa scelta è stata fatta con cognizione di causa, in virtù della volontà di indagare se (e come) tali tecnologie possano essere un elemento abilitante ad una rivoluzione (digitale) **trasversale e democratica**, accessibile a imprese di qualsiasi settore / dimensione.

Il campione della ricerca è stato costruito partendo dalle informazioni presenti nel database AIDA<sup>26</sup>, che raccoglie i bilanci dettagliati di circa 1 milione di società di capitale in Italia. A partire da questo universo di aziende sono stati applicati una **serie di filtri**, relativi al **comparto di attività dell'azienda**, selezionando i soli **settori manifatturieri** (quindi il comparto C del codice ATECO 2007), e successivamente scremando le aziende “manifatturiere” da quelle prettamente “commerciali”. Per eseguire questa operazione, sono state prese in considerazione due variabili differenti, *proxy* di efficacia ed efficienza delle imprese:

- **Efficacia:** Fatturato / Addetto
- **Efficienza:** Valore aggiunto / Fatturato

La variabile Fatturato / Addetto rileva quanto ciascun dipendente contribuisca alla realizzazione del fatturato, mentre la variabile Valore Aggiunto / Fatturato indica quanto l'azienda contribuisca alla creazione di valore del prodotto con i propri processi e le proprie risorse. La matrice risultante dall'incrocio di questi due parametri ha permesso di classificare le aziende; in particolare, le aziende con un fatturato per addetto superiore alla media ed un valore aggiunto rispetto al fatturato inferiore alla media, non sono entrate a far parte del campione definitivo. Questo, basandosi sulla considerazione che, aziende che contribuiscono in maniera ridotta alla creazione di valore del prodotto, e allo stesso tempo manifestino un elevato rapporto fatturato/addetti, possano appartenere più ad una sfera commerciale che manifatturiera. Per queste aziende i processi più rilevanti sono quelli relativi alle fasi logistico/amministrative, tra cui per esempio le attività di acquisto della merce, ciclo passivo e ciclo attivo degli ordini. I processi di creazione e sviluppo dei prodotti sono meno importanti/presenti: per queste ragioni si è ritenuto opportuno scremare il campione teorico da questo sottoinsieme di aziende. Inoltre, per le aziende con entrambe queste variabili inferiori al valore medio del campione, è stato svolto un controllo puntuale, al fine di individuarne altre che potessero ricadere nella categoria precedente di aziende non propriamente manifatturiere.

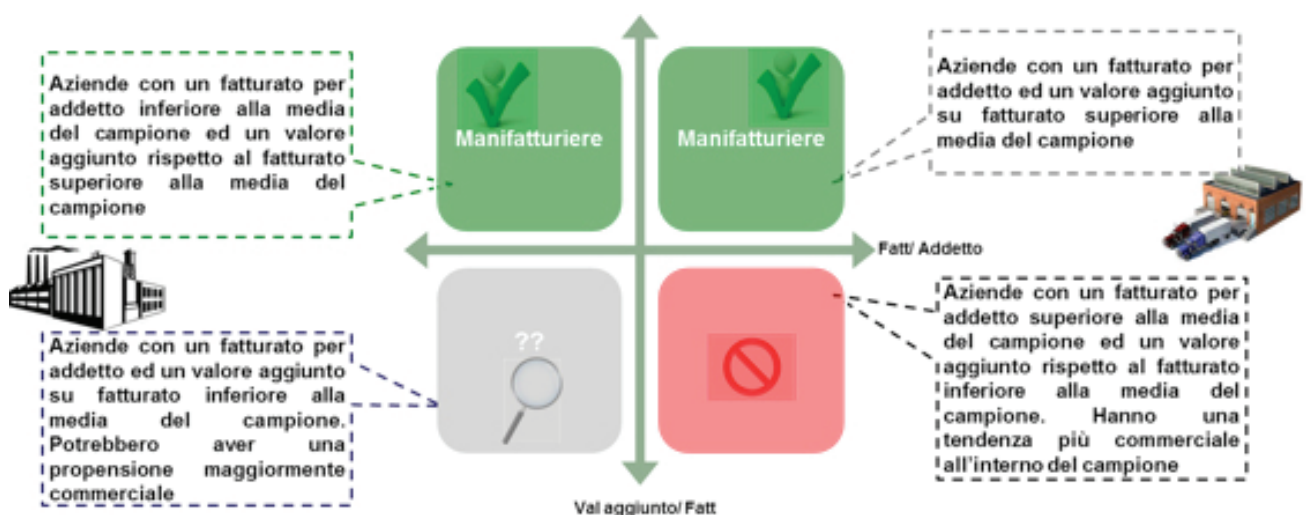


Figura 13 – Scrematura delle aziende del campione

<sup>26</sup> <http://www.bvdinfo.com/en-gb/our-products/company-information/national-products/aida>

Questa operazione si è resa necessaria in quanto numerose aziende che in Italia mantengono solo una filiale commerciale (non possedendo stabilimenti produttivi, dislocati altrove nel globo), sono spesso classificate come appartenenti al comparto C del database. Ad evidenza si tratta di realtà esclusivamente commerciali, non interessanti ai fini della ricerca.





*La teoria è quando si sa tutto e non funziona niente. La pratica è quando funziona tutto ma non si sa perché*

Albert Einstein – Fisico e Premio Nobel – Svizzera – XX Secolo DC

# Parte III – I RISULTATI DELLA RICERCA

Il campione definitivo assomma 70 aziende manifatturiere, ed è eterogeneo sia in termini di dimensioni, sia in termini di comparti industriali.

D1: Quali conoscenze hanno le aziende di queste tecnologie?

Le aziende hanno una **conoscenza (molto) limitata** delle tecnologie indagate. Solo la Stampa 3D è nota a più della metà del campione (61%); l'Internet delle Cose raggiunge il 44%, mentre le altre tecnologie non superano la soglia del 40% di livello di conoscenza. Mediamente, il livello di conoscenza è superficiale: solo la Stampa 3D è nota in modo approfondito a più del 10% del campione.

D2: Quante aziende si stanno muovendo, e come?

**Il 30% delle aziende** ha svolto / sta svolgendo dei progetti di miglioramento volti ad implementare almeno una delle tecnologie investigate. La Stampa 3D emerge rispetto alle altre, essendo già utilizzata dal 21% del campione, con una significativa quota di aziende che hanno avviato una fase di studio (29%). Le aree aziendali legate allo sviluppo di nuovi prodotti (R&S e Produzione) sono quelle maggiormente coinvolte, tendenzialmente abilitate dall'IT.

D3: Che benefici stanno ottenendo?

Grazie a queste tecnologie le aziende ritengono di poter migliorare **la qualità dei prodotti, il livello di servizio offerto ai clienti e la reattività nei confronti del mercato**. Meno significativi risultano essere i benefici legati ad una riduzione dei costi. Inoltre, le aziende che già oggi implementano tali tecnologie, dichiarano di aver raggiunto risultati superiori alle aspettative.

D4: Quali ostacoli stanno incontrando?

Il fattore ostativo principale alla diffusione delle nuove tecnologie è l'**assenza di figure professionali specializzate**. L'investimento in attrezzature HW e SW, pur essendo rilevante, non assume lo stesso peso specifico e si posiziona al secondo posto della graduatoria. Peraltro, le aziende che stanno già implementando le tecnologie, lo considerano ancora meno impattante. Non appaiono invece ostacoli il grado di maturazione delle tecnologie e la disponibilità di provider a cui affidarsi.

D5: È davvero una rivoluzione trasversale?

Dalla valutazione degli indicatori DII (Digital Innovation Index) e ODII (Overall Digital Innovation Index), non sembra emergere una relazione significativa tra la propensione innovativa e le dimensioni aziendali; pertanto le **piccole e medie imprese non sono escluse a priori dal processo di rivoluzione**. Analogamente, non è possibile identificare a priori settori industriali esclusi (o escludibili) da essa.

## Il campione della ricerca

Il campione definitivo della ricerca è costituito da **70 aziende manifatturiere**, che rispettano il criterio fondamentale relativo alla presenza di attività produttive in Italia.

Di seguito sono esposte alcune segmentazioni delle aziende partecipanti, che verranno poi utilizzate per eseguire una serie di analisi specifiche finalizzate (anche) ad individuare alcuni comportamenti comuni (*cluster*).

Una prima segmentazione può essere realizzata in funzione delle **dimensioni aziendali**. Per aziende che appartengono a gruppi multinazionali, si è deciso di utilizzare in questa classificazione il solo fatturato della sede italiana, così da considerare la reale dimensione delle attività aziendali nel nostro paese, non conteggiando quanto svolto a livello globale da altre sedi in differenti nazioni. Nel dettaglio, si è inoltre deciso di non utilizzare la classificazione standard dell'Unione Europea delle PMI<sup>27</sup>, ritenuta troppo generalista e poco adatta al caso in esame, in cui peraltro compaiono anche aziende di più grandi dimensioni. Si è quindi deciso di adottare una classificazione *ad hoc*:

- Aziende *Molto grandi*: aziende con un fatturato annuo superiore ai 300 milioni di €
- Aziende *Grandi*: aziende con un fatturato annuo compreso tra 50 e 300 milioni di €
- Aziende SME (*Small & Medium Enterprises*): aziende con un fatturato annuo inferiore ai 50 milioni di €

*Il campione di aziende è eterogeneo, con una prevalenza di aziende SME*

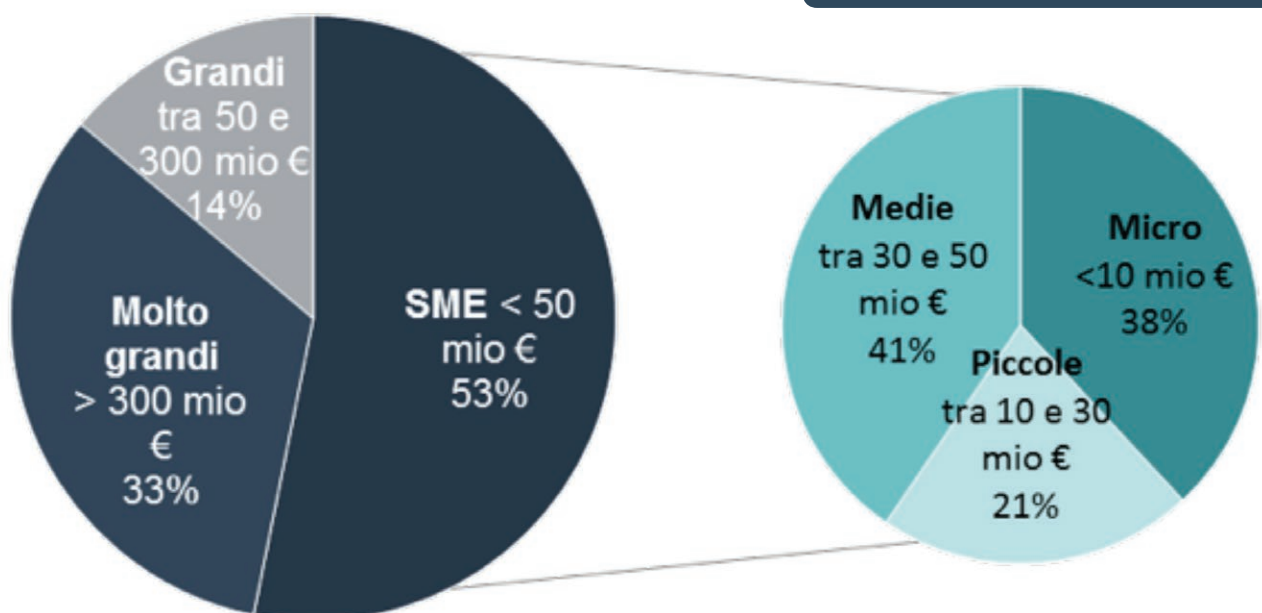


Figura 14 – Segmentazione del campione per dimensione aziendale

<sup>27</sup> Raccomandazione 2003/361/CE - Commissione Europea – Maggio 2003

L'analisi dimensionale evidenzia una partecipazione trasversale all'interno del campione di aziende di grandi dimensioni (Molto grandi- 33%), di medio-grandi dimensioni (Grandi - 14%) e di medio-piccole dimensioni (SME - 53%).

Per meglio comprendere la classe più popolosa (SME), è stato introdotto un ulteriore livello di dettaglio, che ha consentito di identificare tre sotto-categorie. In particolare si nota una buona presenza di aziende di dimensioni inferiori ai 10 milioni € (circa il 18% del campione complessivo), tra cui anche una non trascurabile rappresentanza di aziende micro (3% del campione).

In definitiva, si nota una generale **eterogeneità dimensionale delle aziende del campione**. Questa configurazione, decisamente auspicabile, ma non scontata, permetterà l'elaborazione di considerazioni (anche) in merito alla (eventuale) democraticità di questa rivoluzione industriale.

Valutata l'eterogeneità dimensionale, è possibile fare alcune considerazioni in merito alla **composizione per settori industriali** delle aziende del campione, attraverso la valutazione del codice ATECO 2007<sup>28</sup> di ciascuna azienda. I codici identificativi vanno dal numero 10 (produzione di alimenti) fino al numero 33 (attività di riparazione e manutenzione di macchinari e attrezzature). Per rendere più chiara e comprensibile la segmentazione, in Figura 15 viene proposta una vista maggiormente aggregata di queste categorie:

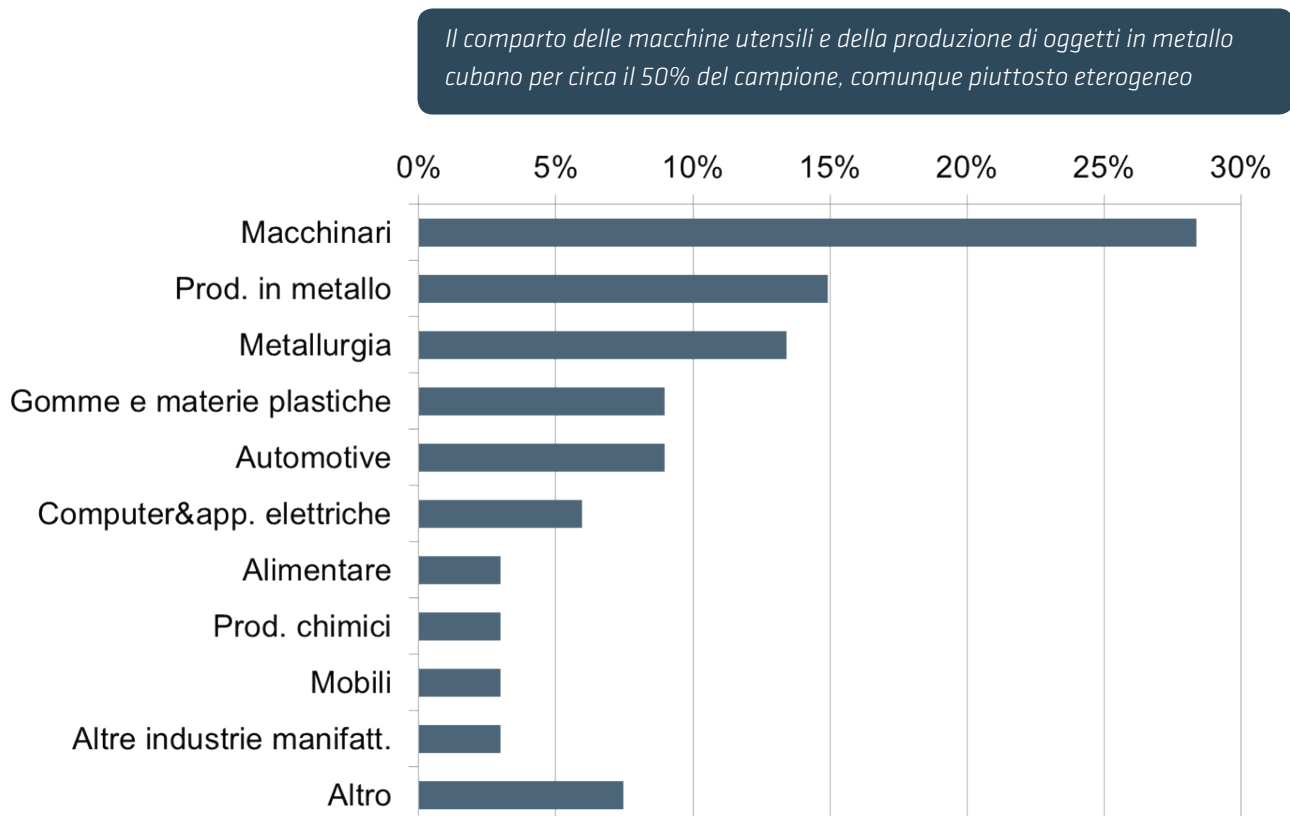


Figura 15 - Classificazione del campione per settore industriale

<sup>28</sup> <http://www.istat.it/it/archivio/17888>

Nel dettaglio:

- **Macchinari:** in questa categoria ricadono le aziende con codice ATECO 28 (Fabbricazione di macchinari ed apparecchiature)
- **Prodotti in metallo:** in questa categoria ricadono le aziende con codice ATECO 25 (Fabbricazione di prodotti in metallo, esclusi macchinari e attrezzature)
- **Metallurgia:** a questa categoria appartengono le aziende con codice ATECO 24 (Metallurgia)
- **Gomme e materie plastiche:** in questa categoria ricadono le aziende con codice ATECO 22 (Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche)
- **Computer e apparecchiature elettriche:** in questa categoria ricadono le aziende con codice ATECO 27 (Fabbricazione di apparecchiature elettriche ed apparecchiature per uso domestico non elettriche) e con codice 26 (Fabbricazione di computer e prodotti di elettronica e ottica; apparecchi elettromedicali, apparecchi di misurazione e di orologi)
- **Automotive:** comprende le aziende appartenenti ai settori 29 (Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi) e 30 (Fabbricazione di altri mezzi di trasporto)
- **Alimentare:** comprende le aziende appartenenti ai settori 10 (Industrie alimentari) e 11 (Industrie delle bevande)
- **Prodotti chimici:** in questa categoria ricadono le aziende con codice ATECO 20 (Fabbricazione di prodotti chimici)
- **Mobili:** in questa categoria ricadono le aziende con codice ATECO 31 (Fabbricazione di mobili)
- **Altre industrie manifatturiere:** comprende aziende appartenenti al settore 32 (Altre industrie manifatturiere), comprendente imprese per la produzione di gioielli, giocattoli, articoli sportivi, etc.
- **Altro:** comprende i restanti settori manifatturieri (che assommano una sola azienda ciascuno)

Anche questa segmentazione restituisce un campione **sufficientemente eterogeneo**, tale da permettere successive valutazioni sulla trasversalità settoriale nell'utilizzo di queste tecnologie digitali.

Un altro fattore interessante per valutare la composizione del campione, è **il tipo di proprietà aziendale**. In Figura 16 viene proposta una suddivisione tra aziende “Padronali”, di proprietà e condotte da un imprenditore o una famiglia imprenditoriale, e aziende “Manageriali”, in cui esiste una prima linea di manager formalizzata che gestisce l'azienda (eventualmente per conto di un imprenditore o una famiglia imprenditoriale che ne detiene la proprietà). Prendendo a riferimento due aziende italiane note, che non hanno partecipato alla ricerca, si può esplicitare con maggiore chiarezza il processo di classificazione nelle due categorie descritte sopra. Ferrero e Fiat sono entrambe di proprietà di famiglie italiane; in quanto tali, dovrebbero essere classificate come aziende “padronali”. È evidente però in entrambe il ruolo di dirigenti e manager che presiedono e sovrapvedono le diverse aree funzionali. In entrambi i casi, cioè, la famiglia di imprenditori che detiene la quota di maggioranza delega la gestione aziendale ad una linea di manager che fa da collante tra la visione strategica (direzione aziendale) e le scelte tattiche/operative per cercare di perseguirla (aree aziendali). In questo senso, si tratta di aziende “manageriali”. Esistono invece aziende, anche di medio/grandi dimensioni, in cui il ruolo dell'imprenditore (o della famiglia proprietaria) non è (solo) quello di definire le direttrici strategiche di sviluppo e crescita, bensì essere parte attiva anche nell'identificazione delle soluzioni operative per lo svolgimento delle attività quotidiane. Si può quindi concludere che l'elemento discriminante tra aziende Padronali e Manageriali, sia il livello di delega concesso dalla direzione ai manager / funzionari aziendali (ove presenti).

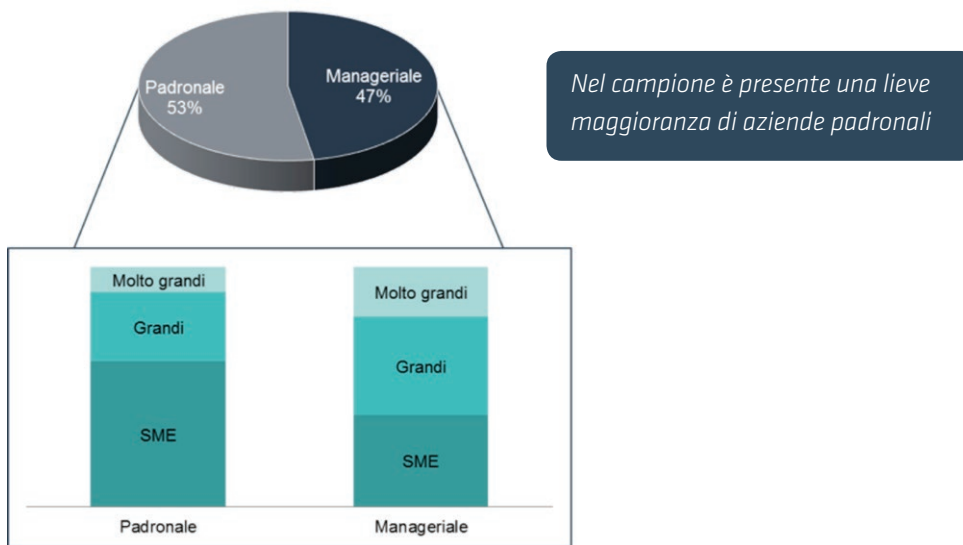


Figura 16 - Classificazione del campione per proprietà

Pur essendoci una lieve prevalenza di aziende padronali, sussiste un **sostanziale equilibrio tra le due classi** di aziende. Come da previsione, all'interno delle aziende "Padronali" prevalgono le SME, che invece si riducono significativamente considerando le aziende di tipo "Manageriale", mediamente di maggiori dimensioni.

Considerando anche il **livello dei rispondenti** al questionario, è possibile aggiungere l'ultimo tassello utile per la caratterizzazione del campione. Occorre ricordare che vista la forte eterogeneità delle aree tecnologiche investigate, i rispondenti possono fare riferimento a diverse aree funzionali all'interno delle imprese. Ovviamente, anche in questo caso non è stato posto nessun vincolo a priori, lasciando completa libertà ad ogni azienda di individuare, modulo per modulo, le persone con le competenze più adeguate alle richieste.

Le aree di provenienza sono riconducibili prioritariamente alle funzioni di Ricerca&Sviluppo, Direzione, Sistemi informativi ed infine Produzione (Figura 17). Tale suddivisione appare in linea con le aspettative, considerando gli impatti previsti di queste tecnologie digitali sui processi aziendali. Infine, anche il livello dei rispondenti appare adeguato allo scopo dell'indagine, vista la prevalenza di figure di alto livello (manager e vertice), che cubano per circa il 70% del campione.

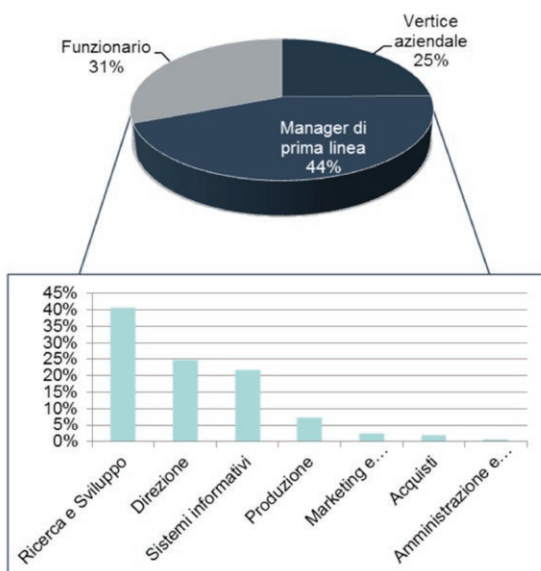


Figura 17 - Classificazione dei rispondenti per livello e area aziendale

*I rispondenti hanno ruoli rilevanti in azienda, e appartengono principalmente alle aree di R&D, Direzione e S.I.*

## Le risposte alle domande della ricerca

Nel seguito del rapporto vengono illustrate le risposte alle cinque **domande** di partenza, esponendo nel dettaglio le principali analisi numeriche a supporto. Per una trattazione più sintetica, si rimanda all'*Executive summary* iniziale.

### D1. Quali conoscenze hanno le aziende di queste tecnologie?

Le aziende hanno una conoscenza (molto) limitata delle tecnologie indagate. Solo la Stampa 3D è nota a più della metà del campione (61%); l'Internet delle Cose raggiunge il 44%, mentre le altre tecnologie non superano la soglia del 40% di livello di conoscenza. Mediamente, il livello di conoscenza è superficiale: solo la Stampa 3D è nota in modo approfondito a più del 10% del campione.

*Solo la Stampa 3D è nota a più della metà del campione. Le altre tecnologie sembrano delle "illustri sconosciute"*

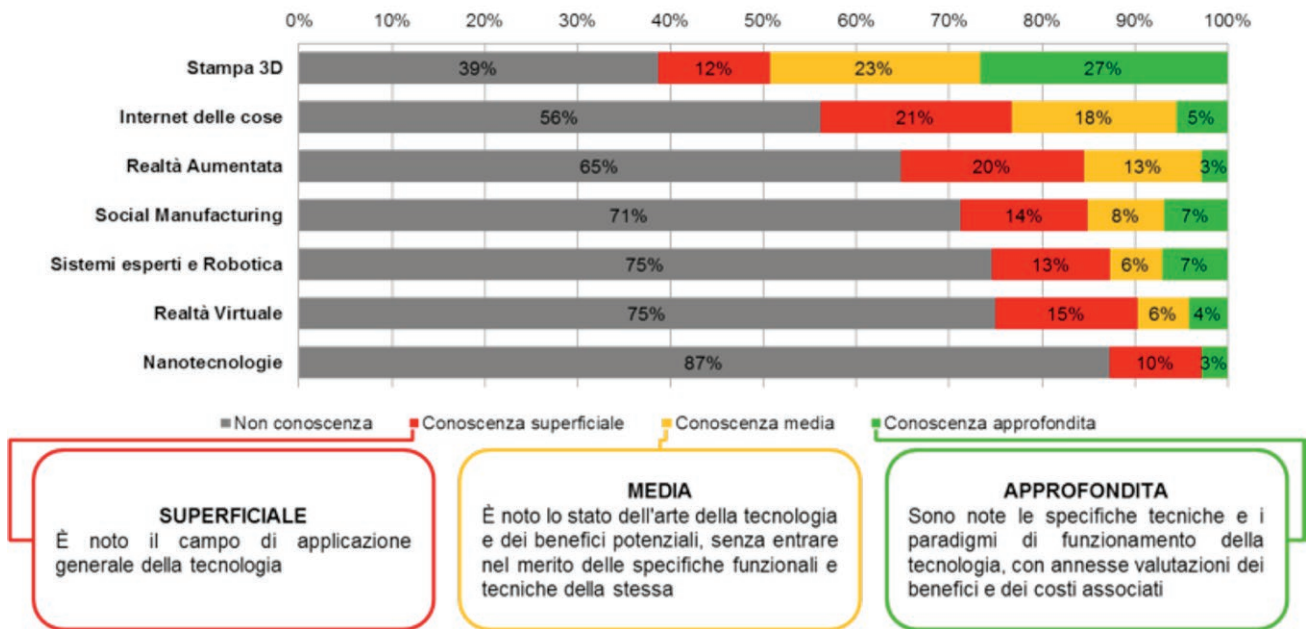


Figura 18 - Livello di conoscenza di ciascuna tecnologia

La Figura 18 evidenzia immediatamente uno scenario non particolarmente positivo. Nel dettaglio, emerge che una **quota parte rilevante delle aziende manifatturiere non ha ad oggi una conoscenza (nemmeno superficiale) delle tecnologie indagate.**

In particolare, per ogni tecnologia, il grafico suddivide le aziende rispondenti in funzione del livello di conoscenza posseduto, suddividendole nelle seguenti 4 categorie:

- **Non conoscenza:** l'azienda non conosce la tecnologia;
- **Conoscenza superficiale:** l'azienda ha noto il campo di applicazione generale della tecnologia, grazie alla lettura di articoli divulgativi o avendo partecipato a conferenze/workshop sul tema;
- **Conoscenza media:** l'azienda ha raggiunto una buona conoscenza dello stato dell'arte della tecnologia e dei benefici potenziali, senza entrare nel merito delle specifiche opportunità per la propria realtà;
- **Conoscenza approfondita:** l'azienda ha approfondito non solo lo stato dell'arte, ma anche le specifiche tecniche e i paradigmi di funzionamento della tecnologia, producendo valutazioni analitiche legate ai benefici e ai costi associati ad un'eventuale applicazione all'interno del proprio contesto aziendale.

Dai risultati emerge come solo la **Stampa 3D risulti nota, almeno superficialmente, a più della metà del campione** (62%), con una buona percentuale (27%) di aziende dotate di conoscenza approfondita.



### Approfondimento 5: Quanto è nota la stampa 3D nel mondo?

Una ricerca presentata da McKinsey<sup>29</sup> a febbraio 2015, che ha coinvolto 100 aziende distribuite globalmente, ha identificato come il 40% di queste non abbia familiarità con la Stampa 3D. Del restante 60%, il 10% dichiara che la tecnologia è già rilevante ad oggi, mentre oltre il 45% delle aziende ritiene che lo possa diventare solo nel prossimo triennio, anche in seguito ad analisi più approfondite. Un quadro simile a quello descritto dalla nostra ricerca.

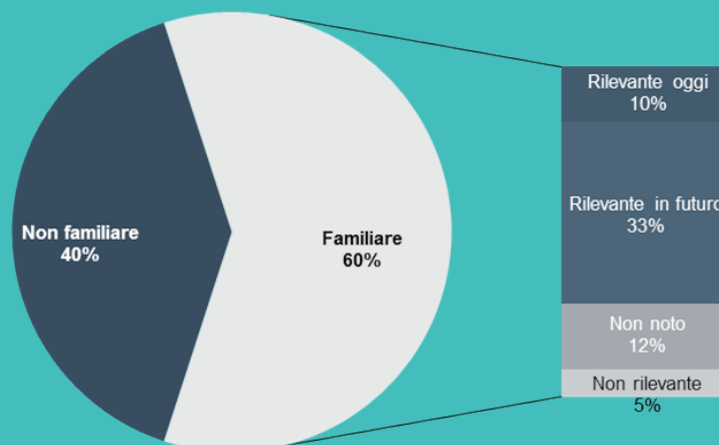


Figura 19 – Livello di conoscenza della stampa 3D (McKinsey 2015)

<sup>29</sup> *Fostering mainstream adoption of industrial 3D printing: Understanding the benefits and promoting organizational readiness - 3D Printing and Additive Manufacturing, Volume 1, Number 2, pp. 62-9 - Giugno 2014*



Aldilà della Stampa 3D, **le altre tecnologie non superano la soglia del 50% del campione**. Anche l'**Internet delle Cose**, posizionato da Gartner in corrispondenza del picco di inflazione mediatica, non ha ancora fatto presa nel mondo manifatturiero italiano: solo il 44% delle aziende ha una conoscenza almeno superficiale delle sue applicazioni, anche se **solamente il 5% ne ha approfondito gli studi**. Considerando che il paradigma IoT si basa (anche) sull'utilizzo intelligente di soluzioni non necessariamente recenti (come per esempio l'uso della tecnologia RFID), una incidenza % così ridotta è piuttosto significativa della limitata rilevanza attribuita al tema da parte del campione intervistato. Ciò appare comunque piuttosto in linea con quanto presentato dall'Osservatorio Internet of Things del Politecnico di Milano<sup>30</sup> (cfr. *Approfondimento 6*).



### Approfondimento 6: L'Internet delle Cose in Italia

Secondo l'Osservatorio Internet of Things del Politecnico di Milano, solo una quota parte minoritaria del mercato IoT in Italia nel 2014 (sebbene in crescita del 28% rispetto al 2013) è costituita da applicazioni in ambiti prettamente industriali. In particolare, gli ambiti definiti di Smart Asset Management, Smart Logistics e Smart Factory concorrono a realizzare solo il 20% del mercato complessivo dell'IoT.

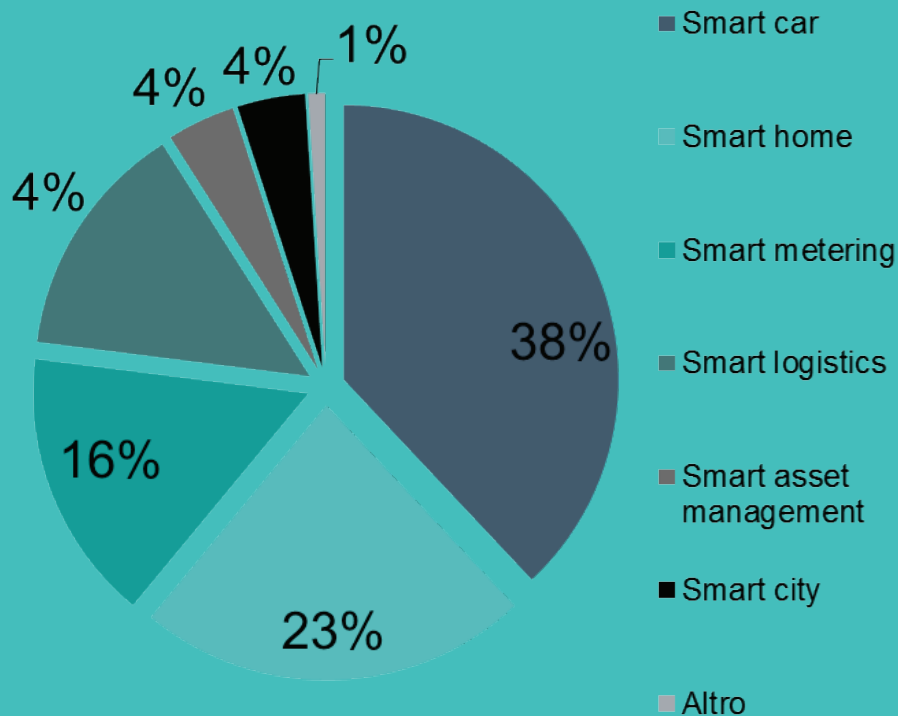


Figura 20 - Ambiti applicativi dell'IoT (Osservatorio Internet of things)

<sup>30</sup> *Internet of things: l'Innovazione che crea Valore - Osservatorio Internet of Things - Aprile 2015*

Per le **altre tecnologie il livello di conoscenza è ancora più basso**, con picchi di “non conoscenza” che vanno dal 65% della Realtà Aumentata (terza tecnologia per livello di conoscenza), fino ad oltre l'80% per le Nanotecnologie.

La valutazione del solo livello di conoscenza non è sufficiente per capire lo stato dell'arte di queste tecnologie in Italia. Innanzitutto, occorre incrociare tale variabile con la **rilevanza** attribuita a ciascuna tecnologia, che misura quanto ogni tecnologia sia ritenuta impattante per le attività ed i processi delle aziende intervistate. Tale variabile è stata valutata su 3 differenti livelli: rilevanza alta, media, oppure bassa. Una rilevanza elevata significa che l'azienda considera la tecnologia una leva chiave per lo sviluppo delle proprie attività, dall'alto potenziale di creazione di differenziale competitivo; una rilevanza limitata (con un basso valore) è segnale invece di una scarsa fiducia circa l'impatto della medesima sulle attività attuali e future dell'impresa, e quindi con un ridotto potenziale di creazione di differenziale competitivo.

**Incrociando il livello di conoscenza con la rilevanza, è possibile evidenziare una quasi perfetta relazione diretta.** Si noti che, per la rappresentazione del grafico di Figura 20, si è assunto quanto segue: le aziende che hanno dichiarato di non avere alcuna conoscenza della tecnologia, non possono esprimere alcuna valutazione sulla rilevanza attribuita ad essa, essendo automaticamente escluse dalla sezione del questionario inerente tale area tecnologica. Nel grafico di Figura 21 sono rappresentati i centroidi, ovvero i valori medi dei parametri di conoscenza e rilevanza per ogni tecnologia, con riferimento alle risposte delle aziende che hanno manifestato una conoscenza non nulla su di esse. È evidente che ci sia coerenza tra il livello di conoscenza e quello di rilevanza attribuiti alle tecnologie, con una correlazione molto forte superiore ad un valore di 0,97, anche se non è (ancora) perfettamente chiaro quale delle due sia la variabile dipendente e quale sia quella indipendente. Conoscendo meglio la tecnologia, l'azienda è in grado di valutarne in modo più approfondito i benefici, influenzando quindi la rilevanza attribuita? Oppure è vero l'inverso, ovvero che è la rilevanza attribuita a priori a stimolare il desiderio di migliorare la conoscenza?

Ciò che appare chiaro è che la **Stampa 3D è l'unica tecnologia oggi riconosciuta come veramente rilevante**, mentre **le altre tecnologie sono oggi considerate meno impattanti**. Anche in questa visione, appare esserci una convergenza tra il comportamento delle aziende italiane e quelle distribuite globalmente intervistate da McKinsey (*cf. Approfondimento 5*). Stupisce forse il dato relativo all'Internet delle Cose, in leggera controtendenza con quanto affermato da numerosi studi. A titolo esemplificativo, l'economista Jeremy Rifkin, autore di best seller quali “La fine del lavoro” e “La società a costo marginale zero”, sostiene che l'IoT sia una delle strade perché l'economia italiana torni a crescere: “Metteremo sensori ovunque, in ogni device, in ogni macchina, lungo tutta la *value chain*, al fine di restituire dati in real time. E questo in tutti i settori, nell'agricoltura, come nel retail o nell'industria”.

*Esiste una relazione lineare tra conoscenza e rilevanza attribuita alle tecnologie digitali*

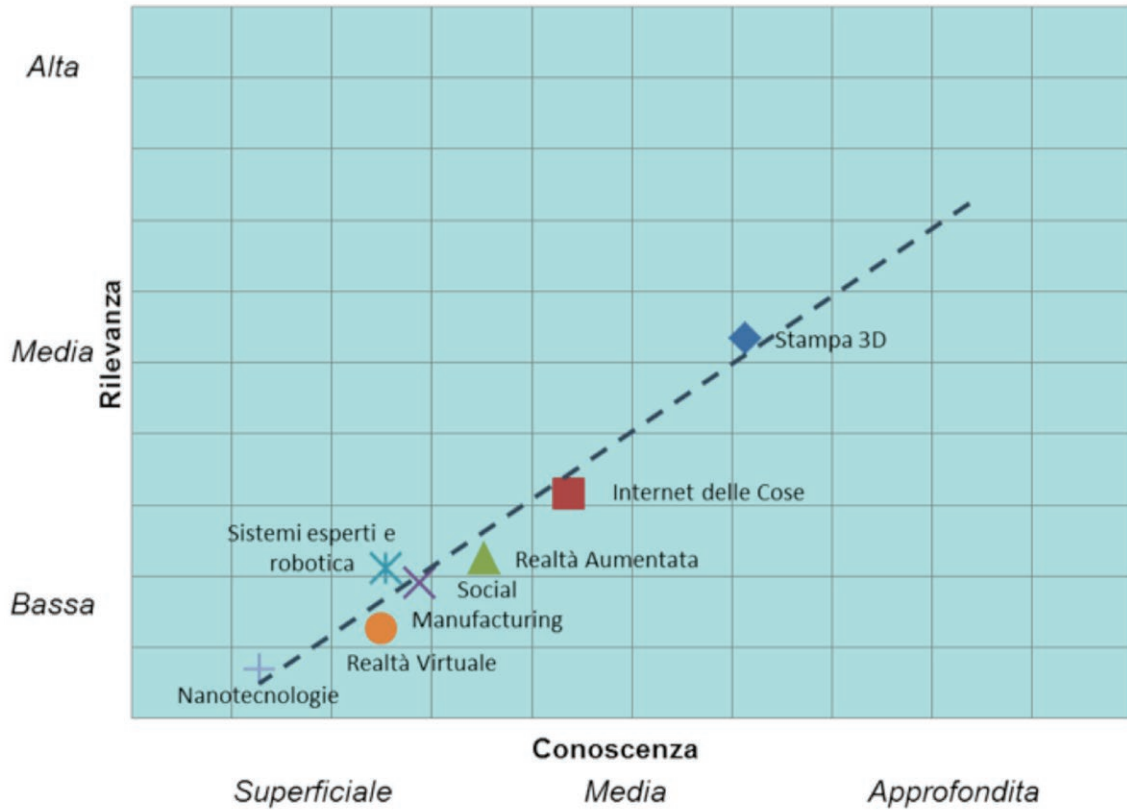


Figura 21 - Conoscenza vs. Rilevanza delle tecnologie

Per le altre tecnologie, si assiste ad un posizionamento nel quadrante in basso a sinistra della matrice di Figura 21, segnale di una coerenza piuttosto netta tra i (ridotti) livelli di conoscenza e rilevanza.

## D2. Quante aziende si stanno muovendo, e come?

Il 30% delle aziende ha svolto / sta svolgendo dei progetti di miglioramento volti ad implementare almeno una delle tecnologie investigate. La Stampa 3D emerge rispetto alle altre, essendo già utilizzata dal 21% del campione, con una significativa quota di aziende che hanno avviato una fase di studio (29%). Le aree aziendali legate allo sviluppo di nuovi prodotti (R&S e Produzione) sono quelle maggiormente coinvolte, tendenzialmente abilitate dall'IT.

Solo il 30% del campione utilizza concretamente (almeno) una tecnologia

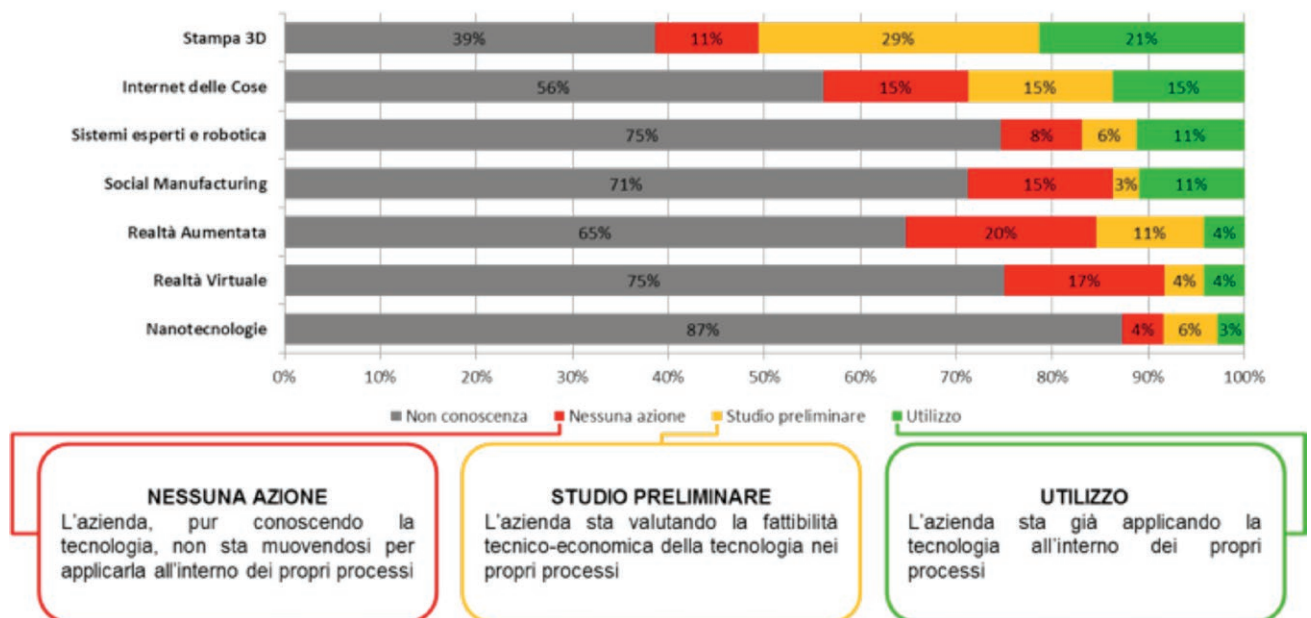


Figura 22 - Livello di utilizzo delle tecnologie

Coerentemente con il quadro offerto dalle risposte alla D1, la Figura 22 evidenzia come **la maggior parte delle aziende del campione non utilizzi queste tecnologie**, e non sembra nemmeno intenzionata / pronta a farlo nel breve periodo. Oltre alla non conoscenza (che implica non utilizzo), è possibile identificare 3 diversi stadi di implementazione in azienda:

- **Nessuna azione:** l'azienda, pur conoscendo la tecnologia, non sta attivamente muovendosi per applicarla all'interno dei propri processi di business;
- **Studio preliminare:** l'azienda sta attivamente prendendo in considerazione la tecnologia, e si sta adoperando per valutare la fattibilità tecnico-economica del suo inserimento nei processi di business;
- **Utilizzo:** l'azienda sta già applicando la tecnologia all'interno delle proprie attività, con intensità variabile.

Nuovamente, una tecnologia emerge rispetto alle altre: circa il **21% delle aziende del campione sta già concretamente utilizzando la Stampa 3D**, mentre il 29% sta conducendo un'analisi preliminare volta a verificarne le fattibilità.

Dalla Tabella 2 si può evincere quale sia quota parte di aziende che si colloca ad ogni possibile combinazione tra i valori delle due variabili (Conoscenza e Utilizzo), non considerando quelle che, avendo una conoscenza nulla della tecnologia, non hanno conseguentemente intrapreso nessuna fase di valutazione e di utilizzo. Come ci si poteva attendere, sia ha coerenza tra il livello di conoscenza ed il relativo stato del processo implementativo/di utilizzo: dove l'azienda ha approfondito maggiormente la tecnologia, corrisponde spesso un utilizzo maggiore della stessa. La correlazione tra le due variabili per ogni tecnologia è infatti sempre maggiore (e non di poco talvolta) al 69% (Tabella 3). Vi sono alcuni casi in cui l'incrocio tra un basso livello di conoscenza ed un utilizzo della tecnologia non ha valori nulli: ciò significa che non sempre la conoscenza diretta della tecnologia da parte dell'azienda è un pre-requisito strettamente necessario alla sua implementazione. In questi casi l'azienda, pur non avendo una conoscenza dettagliata della tecnologia, ha comunque deciso di implementarla, spesso venendo supportata da fornitori e consulenti esterni. Le competenze sono quindi ricercate all'infuori dell'azienda, mentre quelle interne verranno sviluppate successivamente con l'utilizzo della tecnologia.

Valutando la quota parte di aziende che, conoscendo in modo approfondito la Stampa 3D, la utilizza per le proprie attività, si nota un valore (26%) in linea con il tasso di crescita (Compound Annual Growth Rate) delle applicazioni di Stampa 3D nel mondo, che tra il 2009 ed il 2014 è stato pari al 26,7% . In accordo con la soglia stabilita Gartner (20%), possiamo dire che la Stampa 3D è l'unica tecnologia già ad oggi mainstream tra quelle analizzate.

			Utilizzo	
			Studio preliminare	Utilizzo vero e proprio
Conoscenza	Conoscenza superficiale	Stampa 3D	11%	5%
		Internet delle Cose	23%	9%
		Social Manufacturing	10%	0%
		Realtà Aumentata	18%	9%
		Realtà Virtuale	14%	14%
		Sistemi esperti e robotica	17%	17%
		Nanotecnologie	50%	0%
	Conoscenza media	Stampa 3D	21%	11%
		Internet delle Cose	23%	32%
		Social Manufacturing	10%	30%
		Realtà Aumentata	45%	9%
		Realtà Virtuale	14%	14%
		Robotica	17%	8%
		Nanotecnologie	25%	0%
	Conoscenza approfondita	Stampa 3D	26%	26%
		Internet delle Cose	5%	9%
		Social Manufacturing	0%	50%
		Realtà Aumentata	9%	9%
		Realtà Virtuale	14%	29%
		Sistemi esperti e robotica	0%	42%
		Nanotecnologie	0%	25%

Tabella 2 - Incrocio tra Conoscenza e Utilizzo delle tecnologie

Tecnologia	Correlazione conoscenza-utilizzo
Stampa 3D	77%
Internet delle Cose	76%
Social Manufacturing	85%
Realtà Aumentata	69%
Realtà Virtuale	72%
Sistemi esperti e robotica	85%
Nanotecnologie	92%

Tabella 3 - Correlazione tra livello di conoscenza e utilizzo per tecnologia



## Approfondimento 7: Quanto viene impiegata la Stampa 3D nel mondo?

Una ricerca di PWC<sup>31</sup> di febbraio 2014, che ha coinvolto 114 rispondenti globalmente localizzati, riporta come il 66,7% delle aziende stia valutando l'utilizzo della stampa 3D, oppure l'abbia già impiegata (sia in ambito prototipale, sia in ambito produttivo). Segmentando in funzione della dimensione delle aziende rispondenti, tale valore sale al 75% per le grandi imprese, mentre si riduce al 59% considerando solo le piccole e medie imprese.

<sup>31</sup> 3D Printing and the new shape of industrial manufacturing - PWC - Giugno 2014

# Check-up aziendale



## Uno strumento di valutazione per la Stampa 3D

Il Centro di Competenza sull'Innovazione Gestionale e Lean Management del CSMT da alcuni mesi sta proponendo alle aziende manifatturiere un servizio a catalogo (una sorta di check-up), proprio sul tema della Stampa 3D. Obiettivo del **Check-up 3D Printing** (questo il nome del servizio) è proprio quello di supportare le aziende nella valutazione dei costi e dei benefici associati all'applicazione in azienda della tecnologia. Tale servizio è parso utile a fronte di una duplice evidenza: da un lato la tecnologia sta evolvendo molto rapidamente, diventando sempre più appetibile per un maggior numero di settori e imprese; dall'altro lato, la vastità di informazioni ad oggi reperibili sul tema, peraltro spesso veicolate dagli stessi produttori di stampanti, rende difficile una oggettiva comprensione del fenomeno e delle opportunità da parte delle aziende.

Il percorso di analisi progettato, permette di definire con chiarezza le reali esigenze aziendali, focalizzando l'attenzione solo su quelle applicazioni per le quali ha senso considerare la tecnologia, tralasciando invece quegli ambiti dove palesemente i limiti della tecnologia sono ancora troppo forti. Circoscritte quindi le potenziali applicazioni aziendali e definiti i confini dell'analisi, il Centro di Competenza sull'Innovazione Gestionale e Lean Management del CSMT supporta l'azienda nell'identificazione di quali tecnologie, quali materiali, e quindi quali stampanti e fornitori (siano essi venditori di stampanti o anche solo service provider) siano in grado di soddisfare le esigenze mappate. La valutazione di fattibilità tecnica dell'utilizzo di tecnologie additive in azienda viene inoltre integrata da un'analisi economica, con cui poter confrontare lo scenario corrente (senza stampa 3D) con quello eventuale futuro.

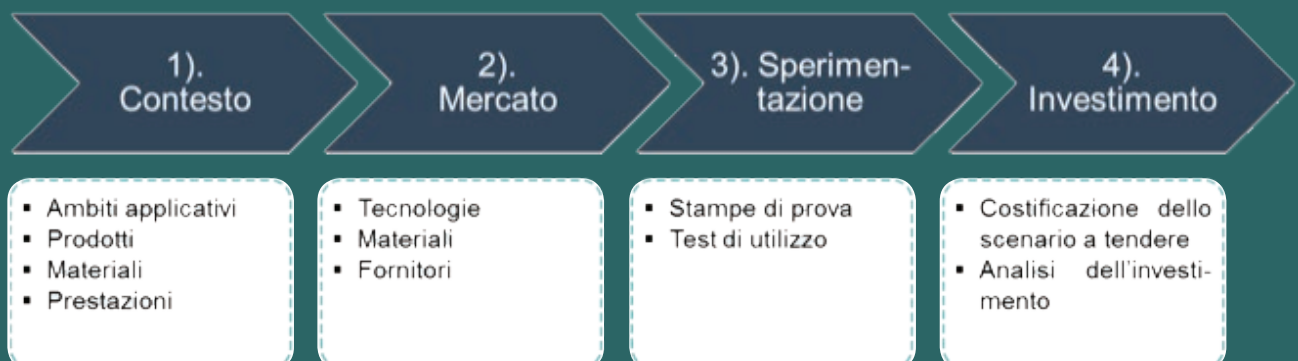


Figura 23 - Fasi di lavoro del Check-up 3D Printing proposto da CSMT

La Stampa 3D è seguita dall'**Internet delle Cose**, con un **15% di aziende che ad oggi applicano la tecnologia**. In aggiunta, un ulteriore 15% di aziende ha pianificato di investire in questo nuovo paradigma, visto che sta svolgendo analisi di fattibilità tecnico/economica. Prendendo in considerazione altre ricerche, è possibile all'incirca confermare questi numeri: nonostante la forte esposizione mediatica, l'Internet delle Cose, anche a livello mondiale, non raggiunge (ancora) livelli di utilizzo significativi.



## Approfondimento 8: Quanto vengono impiegate le tecnologie di IoT nel mondo?

The Economist<sup>32</sup> ha realizzato un indicatore sintetico, definito IoT Business Index, con lo scopo di verificare il livello di utilizzo e adozione di tale tecnologia. L'indice utilizza una scala 1-10, dove 10 = uso estensivo dell'IoT, mentre 1 = non utilizzo. Sulla base di una survey che ha coinvolto 779 aziende nel 2013, emerge un utilizzo ancora prototipale della tecnologia, con un valore medio dell'indice di poco superiore a 4, tipico delle tecnologie non (ancora) pienamente mature.

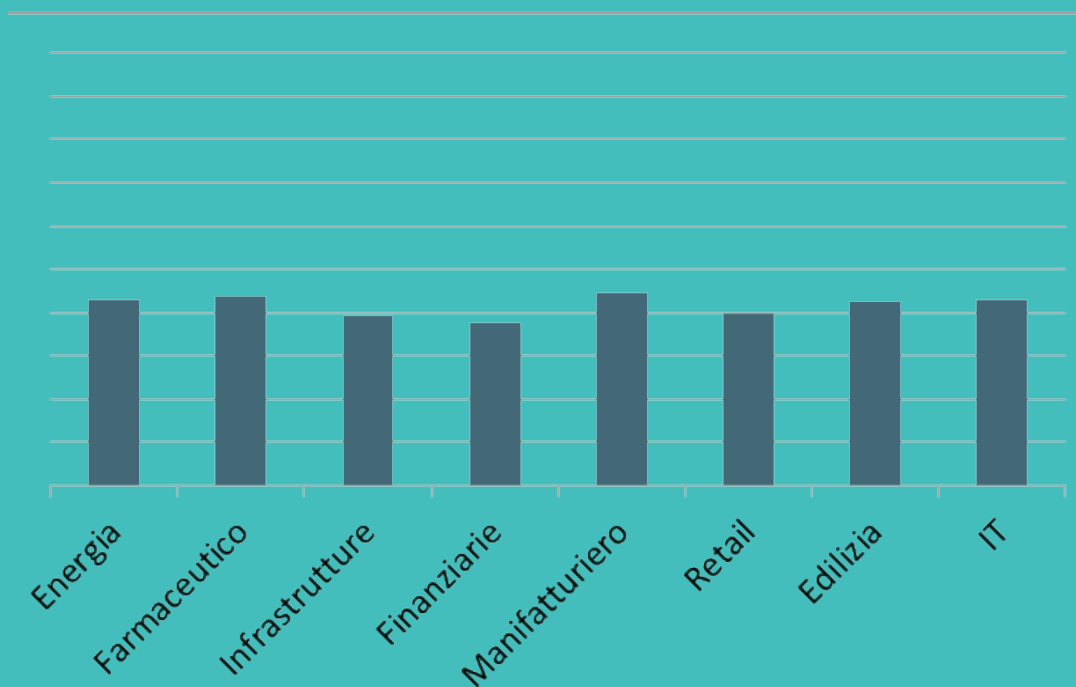


Figura 24 - IoT Index per comparto industriale (The Economist)

Una ricerca condotta da Gartner su 463 aziende (febbraio 2015<sup>33</sup>), evidenzia come meno del 25% del campione stia effettivamente approfondendo il paradigma dell'Internet delle Cose. Ciò che appare evidente, secondo uno degli autori, Nick Jones, è che "l'Internet of Things è ancora a uno stadio di immaturità; tante aziende hanno semplicemente iniziato a sperimentare soluzioni, ma poche sono in fase di effettivo deployment delle stesse nell'ambiente produttivo".

<sup>32</sup> The internet of things business index: a quiet revolution gathers pace - The Economist - Giugno 2013

<sup>33</sup> How to Convince Your CEO to Invest in the IoT When You Don't Know How You'll Make Money From It - Gartner - Novembre 2014



**In sintesi, anche le tecnologie considerate rilevanti dagli articoli analizzati, non sono ad oggi impiegate in modo capillare all'interno del manifatturiero, né Italiano, né globale.**

I sistemi di Social Manufacturing e di Robotica Avanzata raggiungono la soglia dell'11% del campione, mentre le restanti tecnologie non superano il 4%, a testimonianza di una sostanziale non-applicazione. Tra le tecnologie oggi meno impiegate, solo la Realtà Aumentata si segnala con un 11% di studi preliminari in corso, che presumibilmente si trasformeranno in applicazioni concrete nei prossimi mesi / anni. Segnale del fatto che oggi la tecnologia non è ancora completamente matura per delle applicazioni industriali, ma c'è del concreto interesse aziendale, che presumibilmente ne stimolerà / accelererà lo sviluppo.

Per poter rispondere sino in fondo alla D2, si è deciso di indagare quali fossero le **aree aziendali coinvolte ed impattate** nel/ dal processo di valutazione di queste tecnologie, anche nell'ottica di disporre di informazioni utili per fare considerazioni in merito all'effettivo *re-shaping* delle attività aziendali.

*Ricerca e Sviluppo e Produzione sono le aree aziendali maggiormente coinvolte, con l'IT che fa da abilitatore*

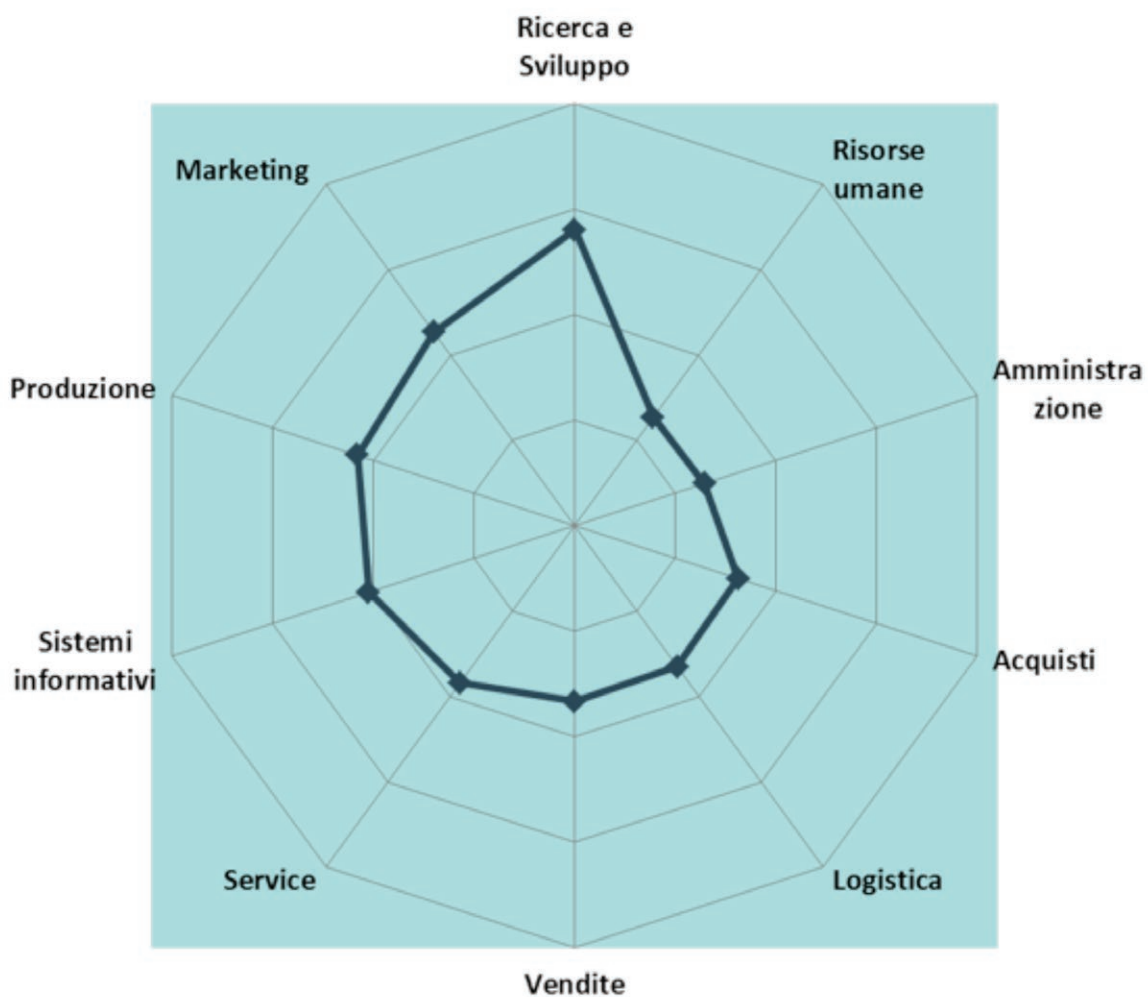


Figura 25 - Coinvolgimento delle diverse aree aziendali

In Figura 25 viene rappresentato il valore medio del coinvolgimento indicato per ogni singola tecnologia, da cui sembrano emergere i seguenti messaggi:

- **Ricerca & Sviluppo, Produzione e Marketing** sono le aree funzionali che compongono la spina dorsale dei processi di realizzazione e promozione dei prodotti. Non a caso risultano essere quelle maggiormente coinvolte. R&S e Produzione, sono i due ambiti applicativi più impattati dalle applicazioni di Stampa 3D, mentre il Marketing è perlopiù legato alle applicazioni di Realtà aumentata e Realtà virtuale, con l'obiettivo di incrementare la customer experience.
- La funzione dei **Sistemi Informativi** è quella di abilitare (rendere possibile) l'utilizzo di queste nuove tecnologie. L'IT ha (o dovrebbe avere) il compito di far dialogare i nuovi sistemi tecnologici con l'infrastruttura informativa preesistente in azienda, eventualmente adattandola. Si pensi alla necessità di collegare i sistemi di stampa 3D con i sistemi CAD aziendali, e con gli applicativi PLM/PDM. Si pensi alla necessità di far interagire i sensori posizionati lungo il processo produttivo, con i sistemi ERP / MES / Business Intelligence atti ad elaborare questa (nuova) mole di informazioni. Nella sostanza, tutte le tecnologie digitali indagate perderebbero gran parte del loro potenziale se inserite in azienda ma non opportunamente integrate con l'infrastruttura pre-esistente.
- Alcune aree di supporto, come l'**Amministrazione**, gli **Acquisti** e le **Risorse umane** sono poco coinvolte. Sebbene ciò possa sembrare tutto sommato in linea con le attese, verrà mostrato nel proseguo come ciò possa in realtà condurre a diverse complicazioni nell'utilizzo di tali tecnologie.
- Le aree di **Logistica e Service** (post-vendita) appaiono meno coinvolte di quanto ci si potrebbe aspettare. Nel descrivere i potenziali ambiti applicativi delle tecnologie, molto spesso queste due aree sono state accostate a diverse delle tecnologie digitali. Per esempio, la Logistica dovrebbe risentire positivamente di tecnologie come la Stampa 3D (produzione on demand di parti di ricambio), Internet delle Cose e Social Manufacturing (tracciabilità dei prodotti) e Realtà aumentata (movimentazione di magazzino). Anche l'area del post-vendita potrebbe avere numerose applicazioni interessanti, legate per esempio alla possibilità di supportare gli addetti in operazioni di manutenzione (tramite visori di Realtà Aumentata), oppure di un'ottimizzazione dei processi manutentivi (manutenzioni predittive invece che a guasto) grazie alle informazioni raccolte direttamente dalla base installata, tramite sensori IoT. Il fatto che siano poco coinvolte, è un segnale inequivocabile della strada che ancora c'è da fare nello sviluppo di soluzioni che siano percepite di effettivo valore aggiunto dall'industria.

Considerando l'ampiezza delle tecnologie digitali considerate, ed il variegato impiego che queste possono avere all'interno delle imprese manifatturiere, è utile eseguire una focalizzazione su alcune di quelle che paiono ad oggi più rilevanti e note alle stesse imprese, con l'obiettivo di verificare come sia valutato il coinvolgimento delle aree funzionali per ognuna di esse. In Figura 26 sono rappresentate le grandezze relative al coinvolgimento medio delle aree aziendali (asse X) e alla variabilità delle risposte ottenute (asse Y), con riferimento alle tecnologie della Stampa 3D, dell'Internet delle Cose e della Realtà Aumentata.

L'incrocio tra queste due grandezze genera 4 differenti categorie, entro cui posizionare le aree funzionali:

1. **Aree con coinvolgimento uniformemente basso:** in questa classe ricadono quelle aree aziendali ritenute in modo uniforme dal campione non o comunque poco coinvolte nel processo di valutazione e attivazione delle tecnologie digitali considerate;
2. **Aree con coinvolgimento basso ma non uniforme:** in questa classe sono considerate quelle aree aziendali che, sebbene mediamente poco coinvolte nella valutazione delle tecnologie digitali, hanno ottenuto giudizi molto variabili (alcune aziende possono aver dato valutazioni diverse rispetto alla media del campione);
3. **Aree con coinvolgimento alto ma non uniforme:** a questa categoria appartengono le aree aziendali che, in maniera speculare rispetto a quelle precedenti, hanno giudizi rilevanti, sebbene non pienamente condivisi da tutto il campione;
4. **Aree con coinvolgimento uniformemente alto:** in questa categoria ricadono le aree aziendali considerate a pieno titolo coinvolte nella valutazione delle tecnologie, con giudizi comuni da parte di tutte (o quasi) le aziende del campione.

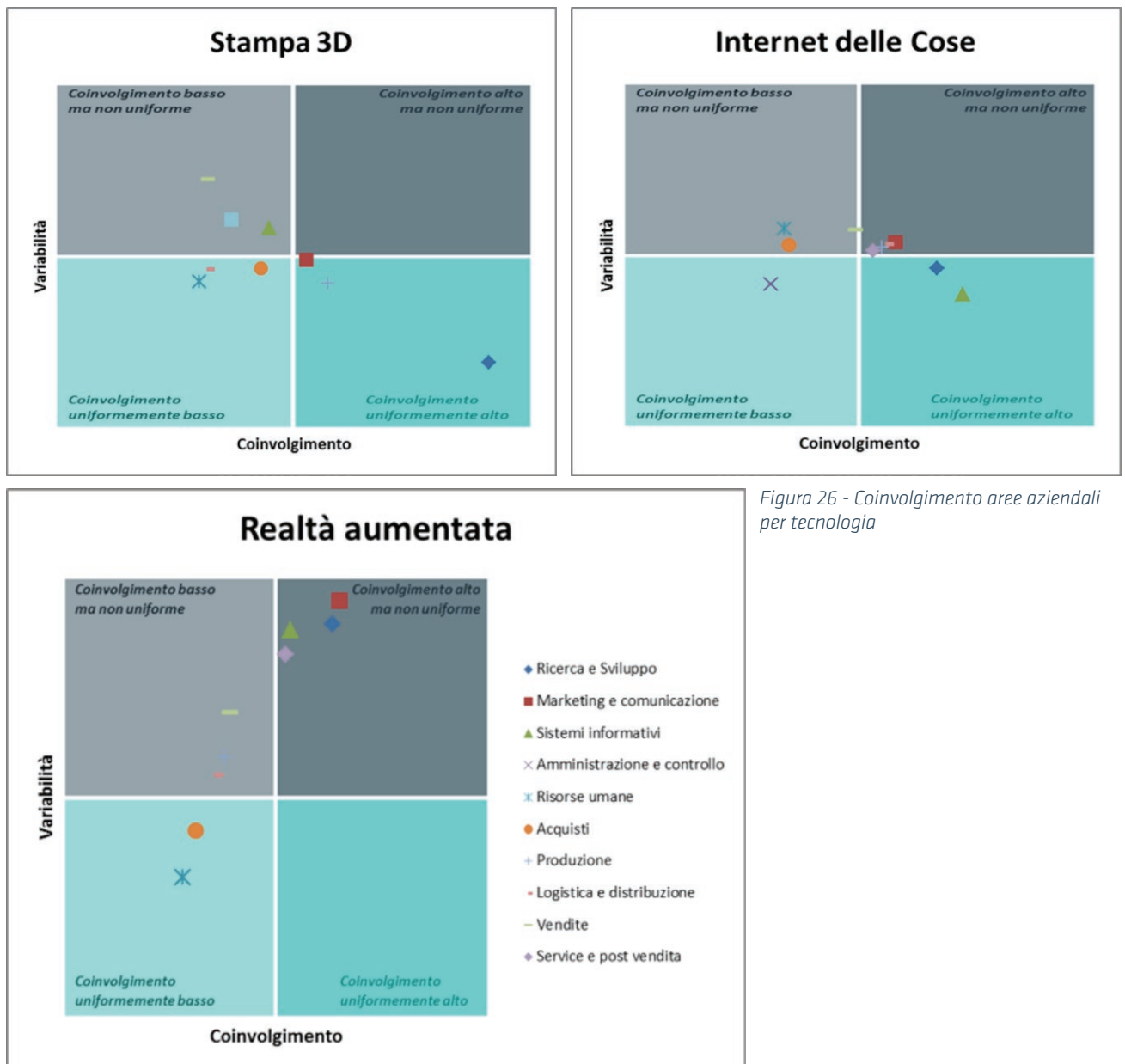


Figura 26 - Coinvolgimento aree aziendali per tecnologia

Con riferimento alla Stampa 3D, dalla Figura 26 si evince come solo 3 aree siano considerate davvero coinvolte dall'attivazione delle tecnologie considerate: Ricerca e Sviluppo, Produzione, e Marketing. In effetti tali aree paiono in linea con lo sviluppo e maturazione della tecnologia, le cui applicazioni ad oggi sono prioritariamente riconducibili agli ambiti Rapid Prototyping, Rapid Tooling e Rapid Manufacturing. Se l'area Marketing pare fuori contesto, si pensi al numero sempre maggiore di applicazioni della tecnologia per la creazione di modelli, prototipi e supporti che vengono impiegati nella fase di offerta. Durante la trattativa commerciale, sempre più spesso la possibilità di sfruttare componenti stampanti in 3D (in modo economico), è un differenziale competitivo che può significativamente aiutare le aziende nel convincere i clienti a comprare i propri prodotti: secondo Wohlers Report 2013, le applicazioni in ambito Visual Aids e *Presentation Model* sono il 20% degli utilizzi globali della tecnologia.

Nell'ambito dell'Internet delle Cose, il coinvolgimento è invece diffuso ad un numero maggiore di aree aziendali. Vi sono infatti ben 6 funzioni aziendali con un alto coinvolgimento di cui 2 con valutazioni trasversali alle aziende del campione (Ricerca e Sviluppo e Sistemi informativi), e 4 con un tasso di variabilità invece rilevante (Produzione, Logistica, Service e post vendita e Marketing). In generale quindi, l'ampiezza delle potenzialità della tecnologia (effettivamente su un ampio spettro di aree aziendali), unitamente alla non elevata conoscenza della stessa da parte delle aziende del campione, porta a spalmare il suo utilizzo su un numero maggiore di aree aziendali rispetto alla Stampa 3D.

Infine, per la Realtà Aumentata, le valutazioni sono significativamente differenti rispetto alle due situazioni precedenti. È interessante notare come la variabilità, su (quasi) tutte le aree funzionali, sia molto elevata. Ciò significa che le considerazioni espresse dalle aziende intervistate siano molto differenti le une dalle altre. Anche in questo caso, come per l'Internet delle Cose, tale situazione può essere legata sia alla ridotta conoscenza della tecnologia, sia all'ampio spettro di processi e aree effettivamente impattabili. In funzione del settore in cui opera l'azienda e di quanto sia informato il rispondente, la valutazione sul coinvolgimento delle diverse funzioni cambia in modo rilevante. La tecnologia non è in sostanza ancora così diffusa (si pensi al suo posizionamento nell'Hype Cycle di Gartner), tale per cui anche i non addetti ai lavori possano averne percepito i potenziali ambiti applicativi e benefici, e quindi il coinvolgimento delle aree funzionali.

Alla ricerca di ulteriori conferme sul coinvolgimento delle aree aziendali, è possibile effettuare un parallelo tra questi risultati empirici e ciò che può essere estratto dalla letteratura. Sfruttando un database di oltre 350 pubblicazioni, archiviate in modo rigoroso nel corso degli ultimi 2 anni, il Laboratorio RISE è in grado di verificare quali siano le aree aziendali maggiormente coinvolte dall'attivazione di queste tecnologie. Va sottolineato che gli articoli raccolti e classificati non siano esaustivi dell'intero universo delle pubblicazioni disponibili, ma rappresentino solo quelli di rilievo per la ricerca: per esempio, vengono tralasciati articoli non a valore aggiunto (come potrebbero essere case history già note e trattate senza elementi distintivi da diverse riviste e testate). In questo senso quindi il database collezionato, è molto differente da quello impiegato da Gartner per la realizzazione dell'Hype Cycle, nel quale si vanno a conteggiare *tutti* i contributi disponibili, indipendentemente dal valore aggiunto che questi generano (e dal numero di duplicati realizzati).


In Tabella 4, per le tre tecnologie descritte sopra, sono riportate le informazioni relative al numero di articoli che le trattano, e la frequenza con la quale le aree aziendali sono richiamate/citate in essi. Non sorprende quindi che le aree più

frequentemente richiamate siano quelle relative alla Produzione e alla Ricerca e Sviluppo, seguite dall'area Marketing. Come già anticipato invece, con riferimento all'area Logistica e (soprattutto) all'area Service, si nota un disallineamento tra quanto dichiarato dal campione della ricerca rispetto a quanto estrapolato dalla letteratura (coinvolgimento elevato in letteratura vs coinvolgimento molto limitato dichiarato dalla aziende intervistate), come se teoricamente non ci fossero dubbi circa il potenziale impatto delle tecnologie digitali su queste aree, ma nella pratica, emergessero limiti / vincoli superiori rispetto alle attese.

Tecnologia	# articoli	Aree aziendali citate					
		Produzione	R&D	Marketing	Service / post vendita	Logistica	Altre
Stampa 3D	180	44%	26%	1%	8%	10%	11%
Internet delle Cose	85	24%	11%	8%	20%	24%	15%
Aumentata	35	9%	25%	25%	34%	19%	3%

Tabella 4- Il coinvolgimento delle aree aziendali dalla letteratura

### D3. Che benefici stanno ottenendo

 Grazie a queste tecnologie le aziende ritengono di poter migliorare la **qualità dei prodotti, il livello di servizio offerto ai clienti e la reattività nei confronti del mercato**. Meno significativi sono invece i benefici legati ad una riduzione dei costi. Inoltre, le aziende che già oggi implementano tali tecnologie, dichiarano di aver raggiunto risultati superiori alle aspettative.

Considerando l'ampiezza delle possibili applicazioni delle tecnologie, per ognuna è stata proposta una lista di benefici ottenibili, con l'obiettivo di valutare nel dettaglio i vantaggi operativi peculiari di ciascuna. Tuttavia, per fornire una visione più aggregata, tali benefici possono essere ricondotti a 4 categorie, che fanno riferimento ai differenziali competitivi sui quali un'azienda può agire<sup>34</sup> per crearsi un vantaggio rispetto ai propri concorrenti.

- **Qualità:** a quest'area appartengono tutti i benefici inerenti la possibilità di sviluppare prodotti con funzionalità incrementate (o completamente differenti rispetto a quelle dei prodotti attuali), proprietà e prestazioni superiori (affidabilità, durabilità, conformità, etc.), geometrie e forme più complesse, estetica migliorata, etc., oppure di offrire una personalizzazione molto spinta del prodotto. In questo caso quindi i benefici permettono una maggiore differenziazione rispetto ai propri competitor, offrendo soluzioni innovative non (facilmente) imitabili nel breve periodo.
- **Tempo:** a questa categoria fanno riferimento tutti i benefici relativi alla possibilità di intervenire (specialmente) sui processi aziendali, riducendone il tempo di esecuzione (riduzione del tempo di produzione, riduzione del tempo di progettazione, riduzione del tempo di trasporto e consegna, etc.). Intervenire in quest'area genera quindi un vantaggio competitivo, non più relativo alla sola possibilità di creare prodotti differenti e non imitabili, bensì permettendo di ridurre complessivamente il time-to-market del prodotto, offrendo quindi un servizio migliore al cliente.
- **Costo:** l'efficienza costituiva, sino a pochi anni fa, l'obiettivo primario di ogni azienda. La possibilità di contenere i costi e quindi mettere sul mercato prodotti a prezzi competitivi, è stata la leva di successo per molte aziende in qualsiasi settore industriale. Sebbene lo spostamento verso economie di scopo (anziché di scala) abbia fatto insorgere nelle aziende la consapevolezza di agire anche sulle leve di differenziazione, per diversi settori la ricerca di maggiore efficienza è comunque rimasta prioritaria. Alcune delle tecnologie indagate permettono di perseguirla con risultati

<sup>34</sup> Hayes, R., & Wheelwright, S. (1984). *Restoring Our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing*. New York: John Wiley.

interessanti: riduzione delle materie prime in ingresso, riduzione degli scarti e delle non conformità, efficientamento dei consumi energetici, sono solo alcuni dei possibili benefici che ricadono in questa categoria.

- **Flessibilità:** può manifestarsi in 3 forme: *personalizzazione*, varietà della gamma e volumi generati<sup>35</sup>. Una maggiore personalizzazione dei prodotti e dei servizi implica una maggiore dipendenza dalle esigenze del singolo cliente che, per definizione, sono poco (o per nulla) prevedibili e standardizzabili; un'ampia *gamma* di prodotti/servizi offerti comporta un maggiore ricorso a leve di modularizzazione e riutilizzo, al fine di ridurre la variabilità delle proprie attività e quindi diminuire la complessità; infine, la flessibilità legata ai volumi si manifesta nella possibilità di ridefinire le quantità da produrre in funzione della "moda" del momento, privilegiando, per esempio, determinati codici rispetto ad altri. In queste tre concezioni, la flessibilità è quindi sempre più rilevante per le imprese, e le nuove tecnologie possono essere di supporto nella sua gestione.

Per ogni tecnologia è stato possibile selezionare i benefici più significativi dichiarati dalle imprese e classificarli all'interno delle 4 categorie sopra descritte, al fine di identificare quali fossero i benefici prioritariamente perseguiti. Sia nell'ambito per l'appunto delle singole tecnologie, sia in termini più globali.

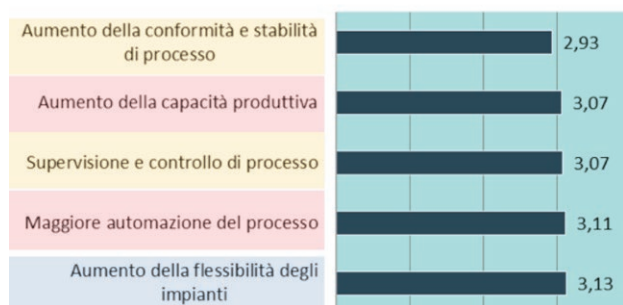
### STAMPA 3D



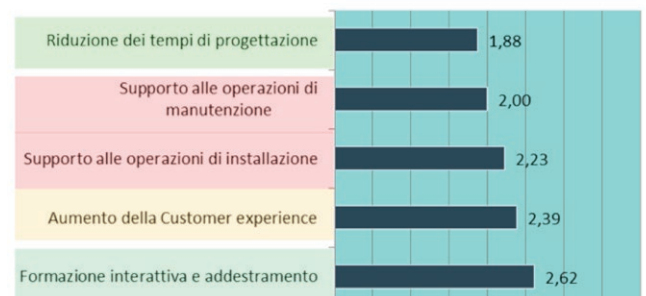
### INTERNET DELLE COSE



### ROBOTICA E SISTEMI ESPERTI



### REALTÀ AUMENTATA

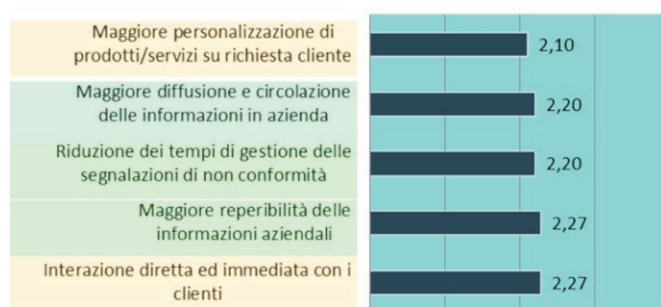


<sup>35</sup> Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2010). *Operations Management: Processes and Supply Chains (9th Edition)*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

## NANOTECNOLOGIE



## SOCIAL MANUFACTURING



## REALTÀ VIRTUALE

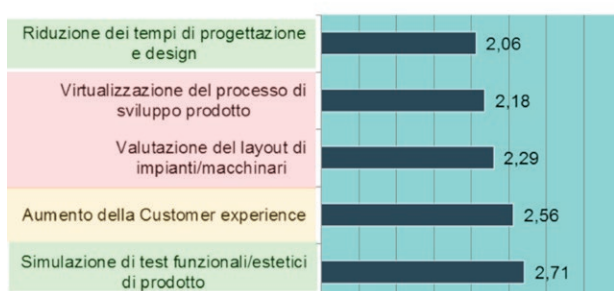


Figura 27 - Benefici potenziali raggiungibili

I benefici attesi, per quasi tutte le tecnologie, raggiungono **punteggi molto elevati con riferimento alle aree di qualità e tempo (reattività)**, che racchiudono al loro interno la possibilità di migliorare le funzionalità dei propri prodotti / processi / servizi, aumentando la rapidità di reazione nei confronti del mercato. Vengono dichiarati molto significativi tutti quei benefici legati alla possibilità di ridurre e comprimere i tempi di progettazione e di prototipazione. Tecnologie come la Realtà Virtuale e la Stampa 3D operano assolutamente in questa direzione. Altresì evidente appare la **ricerca di una maggiore integrazione e collaborazione tra gli attori della filiera ed i clienti finali**, sempre più rilevanti all'interno del processo di creazione dei nuovi prodotti. La sensoristica dell'Internet delle Cose e i sistemi di Social Manufacturing, garantiscono per l'appunto un flusso informativo continuo e stabile nel tempo: queste informazioni, che percorrono senza distorsioni da monte a valle (e viceversa) le supply chain, abilitano i fornitori ad offrire prodotti e servizi altamente qualificati e, soprattutto, personalizzati.

**Questi benefici attesi paiono coerenti con le necessità imposte alle aziende dal nuovo scenario competitivo, che richiede una maggiore rapidità nel rispondere alle esigenze dei clienti, orientati sempre più a ricevere prodotti/ soluzioni personalizzati e di qualità elevata.**

Sono invece meno rilevanti per le imprese i benefici legati alla riduzione dei costi e ad una maggiore produttività, a



dimostrazione della transizione tra il paradigma della produzione di massa verso quello della personalizzazione di massa. In altre parole, la riduzione dei costi aziendali, pur rimanendo obiettivo importante, non è (e non deve essere) più l'unica leva per la valutazione degli investimenti da sostenere e delle strategie da adottare. In certi casi, meglio sopportare (piccole) inefficienze di costo pur di accaparrarsi nuovi clienti grazie al soddisfacimento di esigenze specifiche<sup>36</sup>.



## Approfondimento 9: Quali benefici grazie a quali tecnologie?

Per quanto concerne l'Internet delle Cose, i dati raccolti paiono in linea con quanto riportato da altri studi. Ad esempio, il report di Oxford Economics<sup>37</sup>, basato su uno studio condotto su 300 dirigenti del settore manifatturiero a livello globale, ha evidenziato come i benefici ad oggi raggiunti appartengano alle aree di monitoraggio dei processi / prodotti, mentre le aziende siano molto più distanti (e meno interessate) dal raggiungere benefici legati ad una gestione da remoto delle politiche di manutenzione, oppure di funzionamento autonomo dei prodotti. Palesemente, in questa fase si ricercano funzionalità basiche (per quanto talvolta nuove), a discapito di alcune potenzialmente più trasformative; forse perché il mercato o la tecnologia o entrambi non hanno ancora raggiunto la piena maturità e consapevolezza.

I benefici evidenziati per la Stampa 3D dalle aziende del campione sono in linea con quanto dichiarato dalle 100 aziende intervistate da McKinsey. La riduzione del time-to-market è ad oggi il vantaggio principale abilitato dall'uso delle tecniche additive, seguito dalla possibilità di realizzare componenti con forme e geometrie maggiormente complesse rispetto alle lavorazioni per asportazione. I benefici non legati prettamente alle aree di sviluppo e realizzazione dei prodotti sono invece poco percepiti. Per esempio non sono ancora ritenuti significativi i benefici relativi ad una riduzione dello stock grazie all'utilizzo diffuso di stampanti 3D lungo la filiera, così come la riduzione dei costi di assemblaggio grazie alla possibilità di stampare in un unico processo di stampa diversi componenti che altrimenti dovrebbero essere prodotti separatamente e poi assemblati.

La ricerca è stata strutturata per poter indagare i benefici legati all'uso delle tecnologie digitali in due differenti momenti del processo implementativo. Come descritto in precedenza, in primis a tutte le aziende che hanno manifestato una conoscenza non nulla è stato richiesto di esprimere quali fossero i potenziali benefici legati all'implementazione delle tecnologie in azienda. Successivamente, tale domanda è stata rivolta alle sole aziende che oggi stanno già utilizzando effettivamente le tecnologie, con l'obiettivo di investigare l'eventuale gap tra benefici attesi ed ottenuti. Con specifico riferimento alle tecnologie più utilizzate, laddove cioè esiste una significatività statistica del dato, emerge che i **benefici raggiunti risultano frequentemente superiori a quelli attesi** (Figura 28).

<sup>36</sup> *The proximity paradox: balancing auto-suppliers' manufacturing networks* - Boston Consulting Group - Marzo 2015

<sup>37</sup> *Prodotti intelligenti connessi: prossima trasformazione del settore manifatturiero* - Oxford Economics - Febbraio 2015

*Le aziende che si sono lanciate, hanno raggiunto risultati superiori alle aspettative*

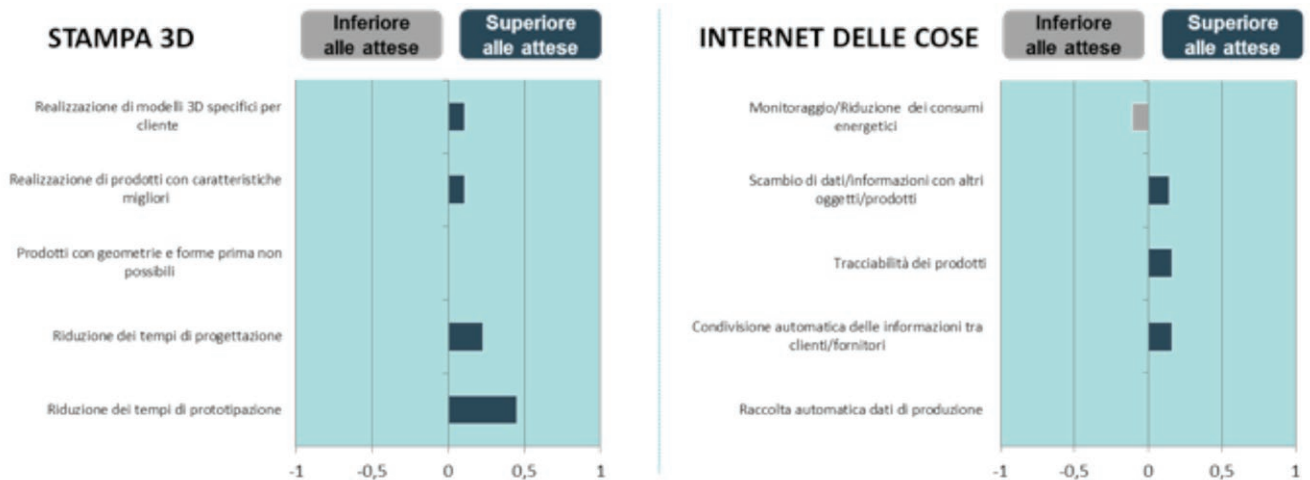


Figura 28 - Benefici attesi vs. benefici raggiunti

Con riferimento alla **Stampa 3D**, è possibile notare come 4 dei 5 principali benefici attesi dalle aziende siano stati raggiunti con maggiore soddisfazione rispetto a quanto preventivato. In particolare i rispondenti hanno manifestato una **riduzione dei tempi di prototipazione ben al di là delle aspettative**, così come per l'abbattimento dei tempi del processo di sviluppo del nuovo prodotto. Con minore enfasi, si evidenziano benefici maggiori nella realizzazione di prodotti con caratteristiche e prestazioni migliori, grazie soprattutto alla possibilità di alleggerire i componenti impiegando strutture interne cave. Tutti questi benefici fanno riferimento alle dimensioni del tempo e della qualità, elementi imprescindibili per essere competitivi in questo momento storico.

Con riferimento all'**Internet delle Cose**, la situazione appare leggermente meno brillante, ma pur sempre positiva. Tre dei benefici attesi vengono raggiunti con maggiore soddisfazione rispetto alle aspettative, e sono: la possibilità di condividere informazioni nativamente con i prodotti, la possibilità di rintracciare (internamente all'azienda e lungo la filiera logistica) le merci e la capacità di rendere autonomi i prodotti/processi abilitandone lo scambio di informazioni con l'ambiente circostante. Emerge infine un unico scostamento negativo, legato alla possibilità di ridurre i consumi energetici tramite politiche di controllo e monitoraggio avanzato.

Dall'analisi della letteratura (cfr. Approfondimento 4), è possibile ricavare le informazioni necessarie a effettuare una classificazione dei benefici generati da ogni tecnologia, posizionandoli con riferimento ai 4 differenziali competitivi descritti in precedenza. La formalizzazione grafica utilizzata in Figura 29, descrive anche l'intensità del beneficio generato dall'incrocio tra la tecnologia e un certo differenziale competitivo:

- La freccia diretta verso l'alto (di colore blu scuro) identifica un impatto dirompente della tecnologia in quello specifico ambito. Grazie all'utilizzo della tecnologia considerata, le aziende analizzate in letteratura raggiungono benefici conclamati con riferimento a quella dimensione competitiva. Infatti, molto spesso la tecnologia viene considerata elemento abilitante al raggiungimento di specifici obiettivi, anche di natura strategica, talmente rilevanti da riconfigurare talvolta il modello di business dell'azienda.
- La freccia inclinata verso l'alto (di colore azzurro) identifica benefici che, sebbene evidenti, hanno una magnitudo inferiore rispetto a quelli della categoria precedente. La natura di questi impatti è spesso tattico/operativa, e non necessariamente strategica.
- Infine, laddove non è presente nessuna icona, significa che non è possibile valutare a priori la natura del beneficio generato, essendo questo troppo dipendente dal contesto dell'azienda e dallo specifico utilizzo della tecnologia. In questi casi non è escluso che la tecnologia in questione possa anche generare degli svantaggi, eventualmente (e sperabilmente) compensati da benefici di maggiore entità nelle celle della stessa riga della matrice.

Tecnologia \ Ambito	Qualità	Tempo	Costo	Flessibilità
Stampa 3D	↑	↑		↑
Internet delle Cose	↗	↑	↗	↑
Realtà Aumentata	↗	↑	↗	
Social Manufacturing	↗	↗		↗
Realtà Virtuale	↑	↗	↗	
Nanotecnologie	↑	↗		
Robotica e sistemi esperti	↑	↗	↗	↑

Figura 29 - Tassonomia dei potenziali benefici

Visivamente appare evidente come i benefici maggiormente conclamati in letteratura siano quelli associati all'area della Qualità e del Tempo, in linea a quanto affermato dal campione di aziende intervistate. Si nota inoltre come tutte le tecnologie abbiano impatti positivi su queste due aree, mentre le aree relative al Costo e alla Flessibilità possano essere abilitate solo da alcune tecnologie. In maniera simile ai risultati emersi dalla ricerca, i benefici di Costo (maggiore produttività, maggiore efficienza, etc.), non paiono essere quelli più diffusi e ricercati dalle aziende.

Per una risposta esaustiva alla D3, viene riportata nel seguito un'ulteriore analisi degli specifici **ambiti applicativi** all'interno dei quali le tecnologie presumibilmente andranno ad operare. Se con l'analisi dei benefici si intendeva valutare in che modo tali tecnologie potessero generare del vantaggio competitivo, con la classificazione delle aree di applicazione si intende invece definirne il raggio di azione. In particolare, per ogni tecnologia è possibile identificare un ambito applicativo chiave, come illustrato in Figura 30 e descritto nel seguito.



Figura 30 - Ambiti applicativi chiave di ciascuna tecnologia

### I. Miglioramento / sviluppo prodotti

La **Stampa 3D** e le **Nanotecnologie** permettono di agire (prioritariamente) sul prodotto, sviluppandone nuove funzionalità oppure migliorandone le prestazioni. Una **innovazione di prodotto**, finalizzata a differenziarsi dai competitor e/o personalizzare sulla base di specifiche esigenze dei clienti.

## Con la stampa 3D i benefici sono per tutte le aziende

**Savio Macchine Tessili** da 4 anni ha acquistato una stampante 3D in grado di lavorare materiale plastico (ABS), utilizzata per le attività di prototipazione e produzione di diversi componenti. La necessità di disporre in tempi brevi di prototipi funzionali da testare (verificandone l'accessibilità, la manutenibilità, la visibilità di allarmi e accumulo di polveri), la possibilità di svincolarsi dalle geometrie dei pezzi ottenuti per asportazione di truciolo, la rapidità e facilità nello sviluppare possibili alternative tecniche, hanno spinto l'azienda all'adozione di questa tecnologia. Che, per inciso, ad oggi, consente di produrre circa 1.000 pezzi all'anno, garantendo un costo di prototipazione pari ad 1/15 e tempi di sviluppo dell'ordine di 1/10 rispetto alla situazione originaria.

Altro caso interessante è quello di **Dallara**. L'azienda possiede un parco macchine di stereolitografia (SLA) che dal 2001 sta continuando a crescere. L'azienda si occupa (anche) di progettazione conto terzi, ricevendo dai propri clienti le direttive sulla base delle quali realizzare il modello di telaio migliore possibile. Questa attività non potrebbe essere svolta senza l'ausilio di stampanti 3D, che infatti producono l'80% dei componenti del modello. L'utilizzo di sistemi di produzione additiva ha permesso a Dallara di comprimere il time-to-test da qualche settimana a qualche giorno, producendo con elevata flessibilità prodotti con geometrie molto complesse (free form design), prima non ottenibili.

### II. Miglioramento / sviluppo processi

La **Realtà Aumentata**, la Realtà Virtuale ed i **Sistemi Esperti & Robotica** coprono l'area dell'**innovazione di processo**. Non necessariamente quello produttivo, visto che anche lo sviluppo nuovo prodotto e la qualità (giusto per fare due esempi) possono essere coinvolti e modificati da queste tecnologie. Tendenzialmente gli output delle attività non cambiano, ma si modificano sensibilmente le modalità con le quali tali output vengono raggiunti. Si pensi all'applicazione della realtà aumentata nella riparazione di un componente di un impianto: l'output del processo sarà il medesimo (la riattivazione delle funzionalità danneggiate), ma le attività svolte dall'operatore saranno guidate visivamente dai sistemi digitali di aumento della realtà percepita, con l'effetto di aiutare l'operatore e velocizzarne i tempi di esecuzione delle attività. Oppure si pensi ai sistemi di realtà virtuale che, applicati nelle fasi di sviluppo e progettazione, facilitano l'ottenimento della configurazione ottimale sin da subito, eliminando quasi completamente le modifiche in corso d'opera.

## Un centro di competenza sulla realtà virtuale

Il Centro di Sviluppo della Realtà Virtuale, situato presso il parco scientifico-tecnologico ComoNext, è oggi uno dei principali provider di tale tecnologia, supportando le imprese nella realizzazione di modelli 3D virtuali di impianti, edifici, etc. Sono ormai numerose le aziende (anche di grandi dimensioni) che si affidano ai suoi laboratori per realizzare modelli virtuali grazie ai quali poter effettuare tour virtuali

assolutamente realistici di impianti, macchinari e autoveicoli. Si può ben comprendere come l'anticipazione di tutti i vincoli progettuali, la possibilità di valutare forme e ingombri ancor prima di realizzare qualsivoglia prototipo (in scala o di dimensioni reali), garantisca una significativa riduzione di costi, tempi, errori.

### III. Controllo delle informazioni e dei materiali

L'**Internet delle Cose** consente alle aziende di connettere le macchine di produzione ed i prodotti stessi in rete, abilitando il processo automatico di raccolta ed elaborazione dei dati di produzione in real time, nonché la raccolta di informazioni durante l'utilizzo dei prodotti da parte dei clienti. Entrambe queste opportunità sono propedeutiche allo sviluppo di nuove strategie di servizio (es. caso Rolls Royce) e/o al miglioramento della tracciabilità / rintracciabilità dei prodotti lungo la filiera logistico-produttiva. Trattasi di benefici di prodotto, ottenuti abilitando ogni device / strumento / componente ad essere connesso e a dialogare con la rete, e/o di processo, generati dalla modifica del modus operandi aziendale, figlio della visibilità diretta acquisita sul comportamento dei propri prodotti in esercizio, che permette di definire e pianificare una serie di servizi aggiuntivi e specifici per ogni cliente.

#### Anche il settore armiero punta sull'Internet delle Cose

Beretta Fabbrica d'Armi opera in un settore altamente consolidato, come quello armiero. Una delle possibili ricette per crescere e differenziarsi ulteriormente è quella di fornire non solo prodotti, bensì soluzioni complete ed innovative in grado di anticipare i bisogni del cliente. Per questo Beretta ha avviato (e recentemente concluso) il progetto iProtect, ovvero un sistema integrato per il controllo e per la sicurezza, che prevede di equipaggiare l'abbigliamento e le armi

in dotazione alle forze dell'ordine di sensoristica avanzata (GPS, accelerometri, antenne GPRS, Bluetooth, cardiografometro, etc.) grazie alla quale monitorare costantemente l'operato dei singoli individui tramite una serie di parametri chiave: localizzazione, eventi traumatici e postura, parametri fisiologici vitali, stato dell'equipaggiamento, stato dell'arma.

### IV. Integrazione di filiera

Infine l'area delle applicazioni volte ad estendere il perimetro aziendale oltre i confini fisici dello stabilimento. Le soluzioni di **Social Manufacturing** abilitano una maggiore condivisione delle informazioni verso monte e verso valle, non solo in ambito logistico (es. tracciabilità e rintracciabilità dei materiali), bensì anche con riferimento al processo di sviluppo nuovo prodotto. Esempi importanti in questa direzione si hanno dalle numerose aziende che stanno "aprendo" virtualmente i propri uffici tecnici ai consumatori e clienti, i quali possono così interagire direttamente con l'azienda per la progettazione del prodotto (come un co-design evoluto). Tali soluzioni permettono inoltre all'intera filiera di condividere risorse, sia internamente, sia verso altre filiere limitrofe. Per esempio (sebbene al momento il fenomeno riguardi maggiormente l'ambito consumer e meno quello industriale), i FabLab sono un emblematico esempio di applicazione di Social Manufacturing. In un unico punto della supply chain confluiscono mezzi produttivi e risorse che sono a disposizione di chi ne ha bisogno, siano essi consumatori piuttosto che imprese. La condivisione delle stampanti e del personale in grado di renderle operative, permette a singoli individui di diventare allo stesso tempo produttori e consumatori (*prosumer*), con impatti potenzialmente dirompenti sulle tradizionali supply chain multi-livello.

## D4. Quali ostacoli stanno incontrando?



Il fattore ostativo principale alla diffusione delle nuove tecnologie è l'**assenza di figure professionali specializzate**. L'investimento in attrezzature HW e SW, pur essendo rilevante, non assume lo stesso peso specifico e si posiziona al secondo posto della graduatoria. Peraltro, le aziende che stanno già implementando le tecnologie, lo considerano ancora meno impattante. Non costituiscono invece ostacoli significativi il grado di maturazione delle tecnologie e la disponibilità di provider a cui affidarsi.

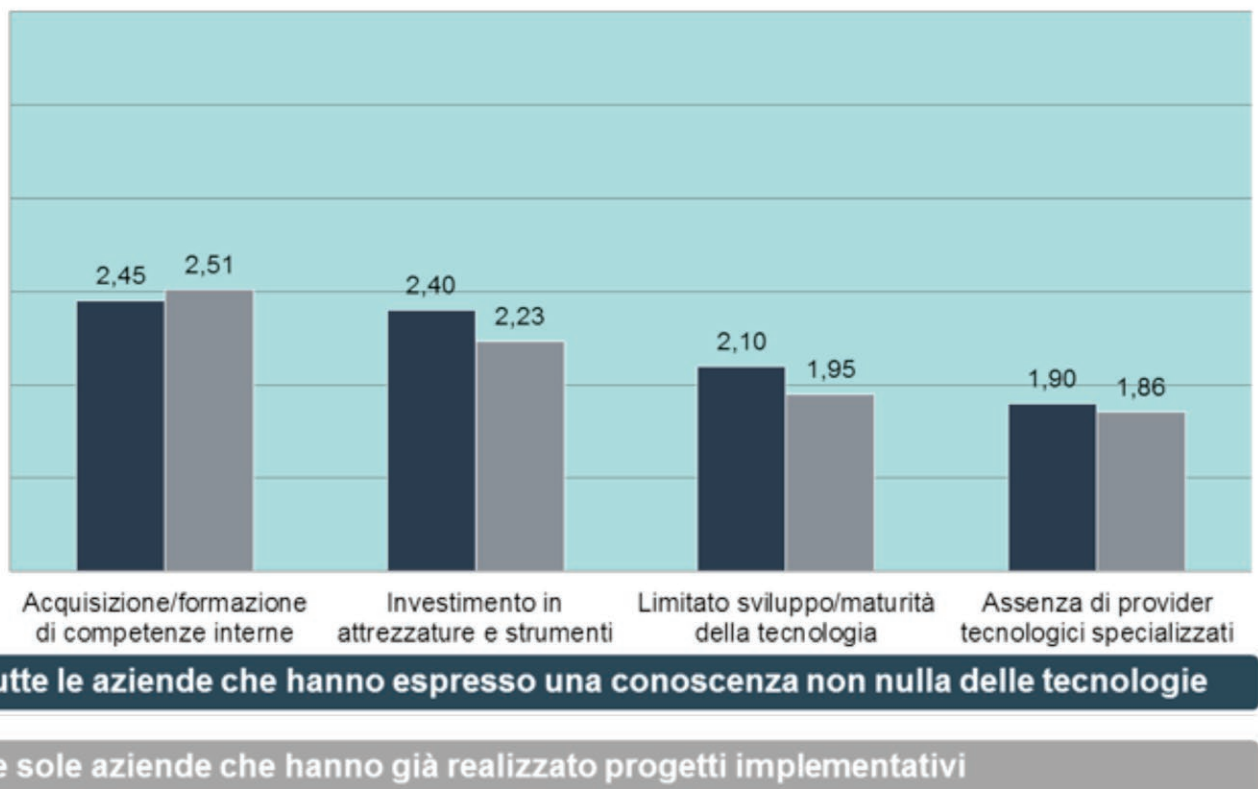


Figura 31 - Ostacoli attesi e incontrati

A cosa si deve il numero molto limitato di aziende che stanno utilizzando le tecnologie digitali (*cf. D2*), anche a fronte di benefici potenzialmente interessanti (*cf. D3*)? Le aziende coinvolte nell'indagine segnalano come **elemento maggiormente ostativo alla diffusione delle tecnologie, la difficoltà nel reperire persone competenti su questi temi**. Più nel dettaglio, le aziende che stanno già implementando queste tecnologie al proprio interno (colonna grigia) manifestano una criticità ancora più intensa, a dimostrazione di un ostacolo nel concreto ancora più significativo rispetto alle attese. **Acquisire / formare competenze adeguate è cioè un reale problema per le imprese**, che faticano a disporre di persone capaci di guidare il cambiamento generato dall'impiego delle tecnologie digitali. Un problema in un certo senso fisiologico con specifico riferimento al personale interno, che potrebbe essere entrato in azienda prima ancora che queste tecnologie venissero alla luce. Ben più grave il fatto che si faticò a trovare queste competenze anche all'esterno. Su questo fronte esiste certamente un (cronico) problema di lentezza nell'adeguamento dei programmi formativi del sistema scolastico italiano, che presumibilmente ancora non ha compreso sino in fondo l'impatto che queste tecnologie potranno avere nell'industria, Italiana e non. Non è un caso che nel primo trimestre 2015 le richieste di competenze inerenti la Stampa 3D siano cresciute del 60% rispetto allo stesso periodo del 2014, ed il comparto più interessato sia proprio quello manifatturiero<sup>38</sup>, alla ricerca di figure in grado di "portare" la tecnologia in azienda. Non ci sono dubbi: occorre che il sistema paese investa in questa direzione, anche perché molte altre nazioni lo stanno già facendo, gettando le basi per creare dell'ulteriore gap competitivo verso i ritardatari.

### L'interesse di alcuni Paesi per la Stampa 3D

Il presidente degli USA nel 2013 (State of the Union address) ha dichiarato che la Stampa 3D rappresenta un elemento rivoluzionario per l'industria, e per questo motivo hanno stanziato 200 milioni di dollari per favorirne la diffusione<sup>39</sup>.

In modo simile, anche la Gran Bretagna ha stanziato circa 200 milioni di sterline per lo sviluppo di queste nuove tecnologie, prevedendo piani di formazione ad hoc per formare tecnici e ricercatori con competenze specifiche<sup>40</sup>.

Grande interesse ha suscitato anche la manovra del governo sud

coreano, il quale ha previsto un programma completo di formazione delle nuove generazioni sulla stampa 3D, che in pochi anni sarà capace di fornire figure professionali ad hoc, coinvolgendo più di 1.600 istituti di formazione del territorio. Tale piano di sviluppo, con orizzonte decennale e budget di 26 milioni di dollari per il solo acquisto delle stampanti, è stato lanciato a seguito della presa di coscienza delle reali necessità delle imprese, direttamente intervistate dal governo per identificarne i bisogni primari<sup>41</sup>.

<sup>38</sup> 3D Printing Talent Needed in Education and Manufacturing – Wanted Analytics – February 2015

<sup>39</sup> Obama's 3D Printing Plans to Up US Manufacturing Take Shape – www.3dprintingindustry.com – Maggio 2013

<sup>40</sup> UK Chancellor Osborne: 3D Printing is 'A Technology Which Could Revolutionise Everything' – www.3dprintingindustry.com – Maggio 2014

<sup>41</sup> South Korea Is Planning on Growth. With a 10 Year Roadmap – www.3dprintingindustry.com – Luglio 2014





## Approfondimento 10: Traditional vs. Digital transformation

La crucialità delle competenze viene sottolineata anche da Martin Hirt & Paul Willmott<sup>42</sup> nel loro lavoro “Digital capabilities are now a prerequisite to compete in the logn term”, pubblicato da McKinsey. Tanto più le aziende intendono diventare “digitali”, tanto più si scontrano con la mancanza di competenze interne in grado di guidare questo cambiamento. È quindi fondamentale ricercare all’esterno queste figure professionali. Questo è vero a tutti i livelli, anche con riferimento all’area IT aziendale. Tesi degli autori dell’articolo “Acquiring the capabilities you need to go digital”<sup>43</sup>, è quella secondo cui le aree IT aziendali siano predisposte per supportare piccoli progetti di cambiamento, ma non una vera e propria rivoluzione digitale a 360 gradi. Anche su questo fronte, per poter seguire la rapidità con cui le nuove tecnologie evolvono e maturano, si deve ricorrere a figure e professionalità esterne all’azienda, non potendosi permettere di attendere la crescita e la formazione di personale interno.

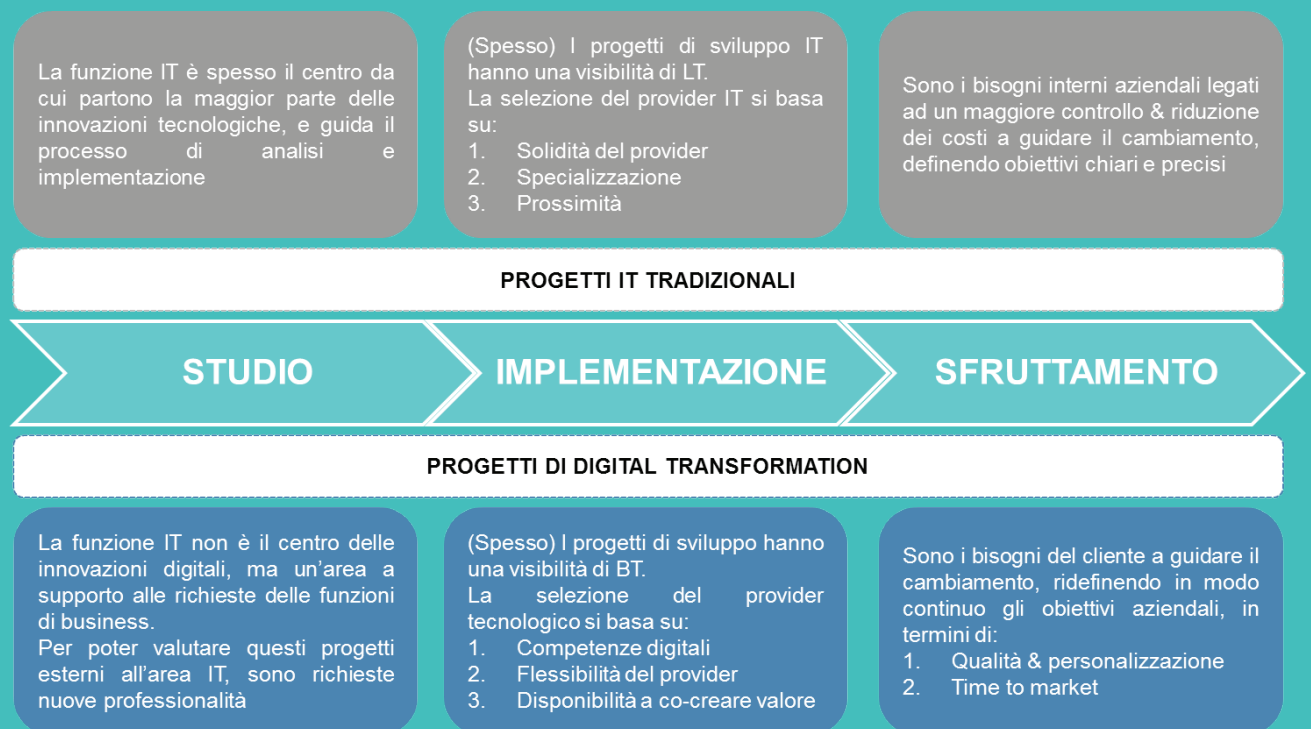


Figura 32 - TRADITIONAL vs. DIGITAL transformation  
(Adattato da “Acquiring the capabilities you need to go digital” – McKinsey 2015)

Una ulteriore ricerca condotta in Germania, ha evidenziato come il principale elemento ostativo per un utilizzo avanzato delle tecniche di produzione additiva, sia l’incapacità dei progettisti nel rivedere le proprie tecniche ed i propri strumenti<sup>44</sup>.

Infine, anche analizzando l’offerta di professioni inerente il paradigma dell’Internet delle Cose, secondo Cisco a livello mondiale c’è oggi un deficit di figure professionali idonee<sup>45</sup>. In primis, figure professionali che si occupino delle tematiche di sicurezza delle applicazioni IoT (ad oggi ne mancano quasi 1 milione), e poi di data scientist, per l’analisi e l’interpretazione della mole di dati raccolta tramite i sensori posizionati su oggetti e processi.

<sup>42</sup> Strategic principles for competing in the digital age - McKinsey Quarterly - Maggio 2014

<sup>43</sup> Acquiring the capabilities you need to go digital - Mc Kinsey Quarterly - Maggio 2015

<sup>44</sup> Additive Manufacturing. Trends and Challenges - Fraunhofer Institute - Ottobre 2014

<sup>45</sup> Internet of Everything Italian Forum - Cisco - Gennaio 2015

L'ostacolo legato alla mancanza di competenze, può essere almeno parzialmente spiegato anche attraverso il limitato coinvolgimento dell'area **Risorse Umane**, come evidenziato in Figura 25 (*cf. paragrafo D2*). Sebbene il non coinvolgimento diretto nell'utilizzo delle tecnologie da parte di questa specifica funzione aziendale sia tutto sommato ragionevole, occorre evidenziare che **sarebbe lecito attendersi quantomeno un ruolo di abilitatore** (in piena analogia con l'IT). Con quali mansioni? Tracciare i fabbisogni effettivi, individuare le figure interne ritenute idonee, ricercare quelle esterne in grado di colmare le lacune interne, proporre sistemi di incentivi ad hoc, etc. Purtroppo, salvo rare eccezioni, ad oggi questo ruolo non viene svolto o comunque viene svolto in ritardo e/o in modo non strutturato.

Ostacolo meno significativo, seppure non trascurabile, è l'**onerosità degli investimenti** in attrezzature e strumenti. Al riguardo, è però importante notare che le aziende che hanno già sostenuto questi investimenti (quindi abbiano svolto/ in corso progetti) considerino questo fattore meno ostativo rispetto alle attese, a dimostrazione del fatto che spesso la "paura dell'investimento" sia più un pre-giudizio che altro. Basti pensare all'offerta di stampanti 3D, a cui le aziende possono avere accesso con investimenti anche molto contenuti: con una spesa di circa 50.000€ è possibile acquistare stampanti professionali che lavorano materiali plastici per fotopolimerizzazione. Se l'esigenza primaria è invece quella di migliorare il processo di sviluppo nuovo prodotto, incrementando il numero di prototipi realizzati dall'ufficio tecnico, l'investimento può anche scendere sotto i 20.000€. Senza considerare il fatto che per partire, potrebbe anche non essere necessario l'investimento in stampanti, potendosi rivolgere a service provider, ormai dislocati in modo capillare sul territorio. Anche in ambito IoT, sensori e antenne RFID oggi hanno un costo unitario alla portata anche delle piccole imprese. **In definitiva, l'investimento, se calibrato sulle base delle reali esigenze, può anche non essere un ostacolo primariamente rilevante.**

Ancora meno rilevante pare essere l'ostacolo legato allo **stato di maturazione e sviluppo delle tecnologie**. A fronte di una conoscenza non adeguatamente approfondita delle tecnologie, spesso le aziende non ritengono di doversi muovere, avendo noti solo pochi casi industriali e applicazioni di successo (magari in particolare nel proprio contesto). Tipico atteggiamento da *follower*, che intende agire solo dopo aver toccato con mano che qualcuno l'ha già fatto prima di lui, con buoni risultati. Peccato che a quel punto sia già tardi. Chi ha avuto l'intraprendenza e la vision di muoversi in anticipo, peraltro con benefici superiori alle attese (*cf. Figura 28 - D3*), avrà l'opportunità di godere di un gap competitivo potenzialmente dirompente. Non a caso, **Cisco**, con specifico riferimento all'IoT, sostiene che la principale difficoltà per i provider stia proprio nel far percepire questo livello di maturazione della tecnologia (ormai pronta e accessibile) agli utilizzatori finali. Nuovamente, appare più un problema di competenze / cultura, piuttosto che di effettiva disponibilità tecnologica di nuove soluzioni digitali. L'assenza di una (o più) persone competenti all'interno dell'azienda rischia di vanificare opportunità potenzialmente già disponibili. **Siemens** fornisce un'interpretazione interessante del fenomeno: ad una presenza non necessariamente pervasiva su tutte le tecnologie da parte dei provider tecnologici, bisogna aggiungere una consapevolezza solo parziale da parte delle aziende utilizzatrici dei propri fabbisogni. Spesso le imprese non riescono a percepire la necessità di utilizzare nuove soluzioni disponibili, perché non ne comprendono sino in fondo i possibili benefici applicativi. Realtà virtuale, Realtà aumentata, Social Manufacturing e Sistemi esperti, sono esempi di tecnologie già disponibili e funzionanti, che potrebbero giocare un ruolo di primo piano nelle aree di sviluppo nuovo prodotto, nel controllo delle attività e dei materiali e nell'allargare ed estendere i confini aziendali oltre le mura fisiche dei propri uffici

e stabilimenti. **Diventa quindi importante supportare le aziende nell'analisi dei propri fabbisogni, stimolandole a non fossilizzarsi sugli schemi pre-costituiti del passato (anche se di successo), per guardare oltre, cercando di capire come e in che misura le tecnologie disponibili possano far crescere il proprio business.**

Infine, la **disponibilità di provider tecnologici specializzati** nella realizzazione e commercializzazione di queste nuove soluzioni digitali, **non sembra essere percepito come un elemento particolarmente ostativo**. Va però sottolineato come la composizione dell'offerta delle tecnologie digitali sia (con le opportune differenze nelle diverse aree, anche in relazione al grado di maturità) sostanzialmente differente da quella legata alle tecnologie tradizionali. Infatti, **l'offerta di soluzioni tecnologiche digitali è al momento molto frammentata**, visto che accanto a pochi grandi player globali, esiste un sottobosco estremamente ampio composto da start-up o comunque aziende di ridotte dimensioni, molto spesso attive in nicchie di mercato.

Non a caso, la seconda fase del progetto di ricerca (attualmente in rampa di lancio) ha l'obiettivo di comprendere analiticamente la reale struttura dell'offerta di soluzioni tecnologiche, con specifico riferimento ai modelli adottati di proposizione sul mercato. Per il 2016 sono invece previste attività di networking specificatamente progettate per creare e sviluppare una maggiore consapevolezza all'interno delle imprese utilizzatrici, di quali possano essere le reali opportunità di business abilitate da queste nuove tecnologie e di come poterle considerare e rendere davvero effettive, seguendo magari le orme e le good practice di aziende pioniere che già le stanno sfruttando ed applicando nei propri processi e nei propri prodotti.

## D5. È davvero una rivoluzione trasversale?

Dalla valutazione degli indicatori DII (Digital Innovation Index) e ODII (Overall Digital Innovation Index), non sembra emergere una relazione significativa tra la propensione innovativa e le dimensioni aziendali; pertanto le piccole e medie **imprese non sono escluse a priori dal processo di rivoluzione**. Analogamente, non è possibile identificare a priori settori industriali esclusi (o escludibili) da essa.

Rispondere a questa domanda non è certamente facile, men che meno con dei numeri a supporto. La volontà di farlo, ha portato a definire un **indicatore sintetico in grado di quantificare la propensione innovativa** delle aziende, il **Digital Innovation Index (DII)**.

### Approfondimento 11: Il Digital Innovation Index (DII)

Il Digital Innovation Index (DII) viene misurato per ogni singola azienda e tecnologia, considerando due differenti grandezze: da un lato la “conoscenza mirata” (incrocio tra conoscenza e rilevanza) che l’impresa ha della tecnologia in esame, e dell’altro, lo stadio implementativo raggiunto. Il valore di **Conoscenza** (scala da 0 a 3) di una specifica tecnologia, viene mediato con il relativo valore di **Rilevanza** (scala da 0 a 3), al fine di ottenere in output la variabile **Conoscenza Mirata** (scala da 0 a 3). Tale nuova variabile intermedia viene poi incrociata con lo **stadio del processo implementativo** (scala da 0 a 3) in cui si trova l’azienda (nessun utilizzo, studio preliminare, implementazione e sfruttamento). Dall’incrocio, emerge per l’appunto il DII desiderato, che può assumere valori compresi tra 0 e 9.

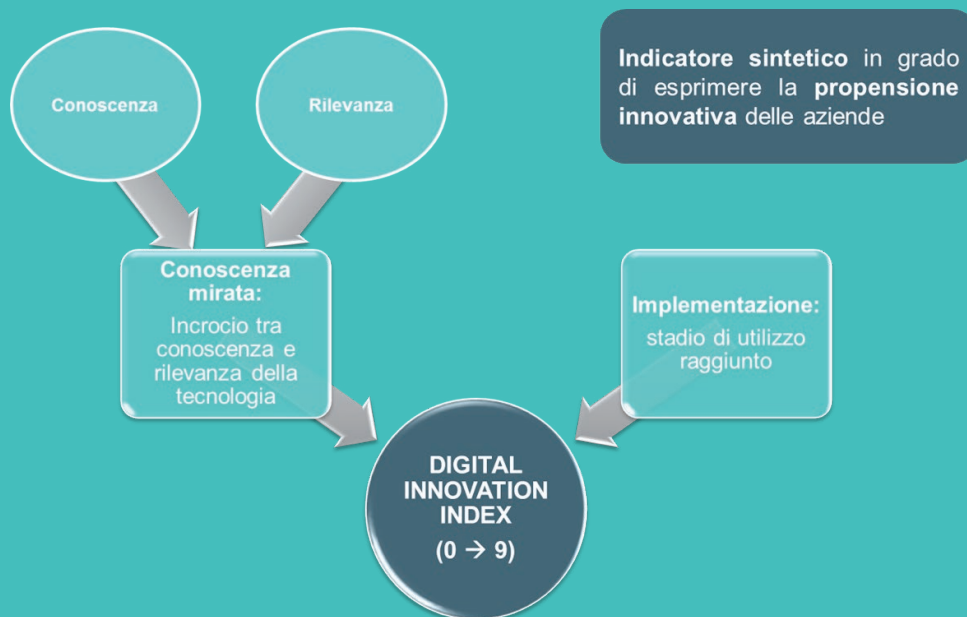
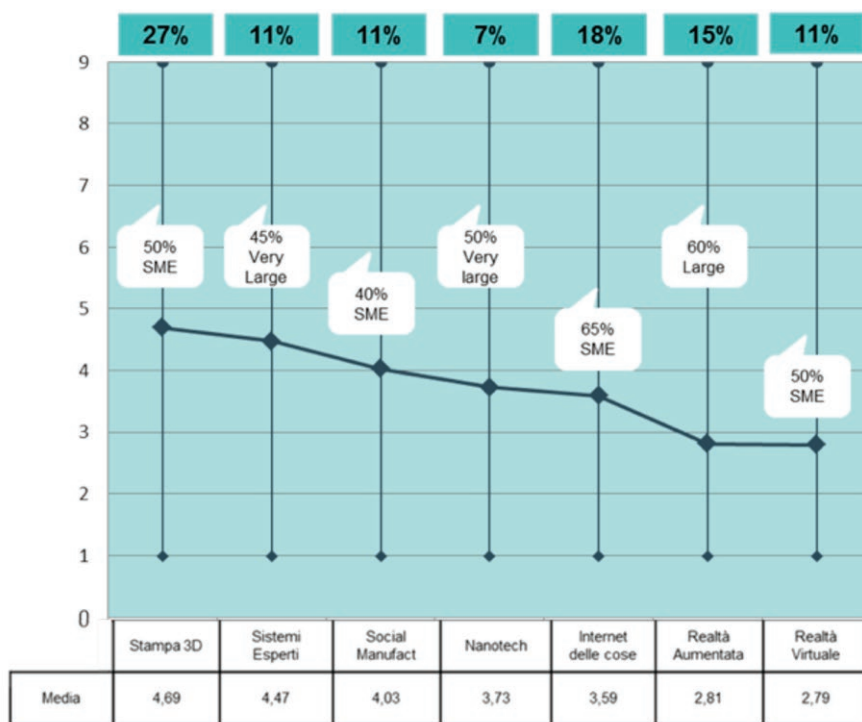


Figura 33 - Elementi costitutivi del Digital Innovation Index

Tramite il supporto di questo indicatore è possibile operare delle considerazioni in primis in merito alla **democraticità della rivoluzione**, ovvero alla possibilità che tutte le aziende, indipendentemente dalle dimensioni, possano parteciparvi. Tale assunzione deriva dal fatto che le nuove tecnologie digitali sono (più) facilmente accessibili (rispetto al passato) anche per le piccole imprese, in quanto le soluzioni offerte sono scalabili e parametrizzabili in funzione delle specifiche esigenze (la segmentazione della gamma proposta dai provider di stampanti 3D ne è un esempio eclatante).

La distribuzione dei valori di DII per tecnologia permette di ricavare un primo elemento a supporto della tesi di rivoluzione democratica (Figura 34).



Non sembra emergere una relazione diretta significativa tra la propensione innovativa e le dimensioni aziendali

Figura 34 - DII per tecnologia

Sopra il grafico è riportata la quota parte di aziende che dichiara di conoscere la tecnologia e di considerarla almeno in minima parte rilevante per il proprio business, ovvero quelle aziende per le quali è stato possibile calcolare l'indice DII. Tale grafico rappresenta la distribuzione dei valori di DII (valore minimo, medio e massimo, in corrispondenza dei tre punti rappresentati per ogni tecnologia). Come ci si poteva attendere, l'indice così calcolato assume un'**elevata variabilità**: per ogni tecnologia, sono presenti nel campione sia aziende la cui valutazione del DII raggiunge il valore massimo ammissibile (9), sia aziende per le quali invece il valore è quello minimo (1, in quanto quelle a 0 sono state escluse dalla rappresentazione grafica). Già questa prima lettura, sebbene superficiale, fornisce un primo messaggio: **nessuna tecnologia trova impiego in modo trasversale in tutte le aziende del campione.**

Il valore medio del DII (riportato per tecnologia al di sotto del grafico di Figura 33), definisce quanto le aziende del campione siano mediamente propense ad innovare con riferimento ad una singola tecnologia. L'ordinamento ottenuto è interessante, e porta alcune tecnologie poco approfondite in precedenza a sopravanzarne altre maggiormente diffuse: per esempio, Sistemi Esperti & Robotica, Social manufacturing e Nanotecnologie assumono valori medi di DII superiori a

quello dell'Internet delle Cose. Ciò significa che, sebbene meno note, (come si evince dalle etichette in testa al grafico di Figura 34), le (pur poche) applicazioni realizzate sono maggiormente mature e avanzate. Al contrario, dell'IoT, come già evidenziato in precedenza, si parla tanto, ma il livello di implementazione effettiva è molto basso, da cui ne deriva un DII medio ridotto.

Per completare questa prima analisi, oltre alla rappresentazione del valore medio del DII per tecnologia, in Figura 33 vengono rappresentati dei box bianchi in cui viene riportata la classe di aziende maggioritaria che manifesta un DII superiore alla media. Neanche troppo sorprendentemente, per tecnologie quali Stampa 3D, Social Manufacturing, Internet delle Cose e Realtà Virtuale, sono le SME a farla da padrone, mentre per Realtà Aumentata, Sistemi esperti & Robotica e Nanotecnologie, prevalgono aziende di più grandi dimensioni.

In sintesi, questa prima analisi consente di affermare che **non sembra emergere una relazione diretta significativa tra la propensione innovativa e le dimensioni aziendali.**

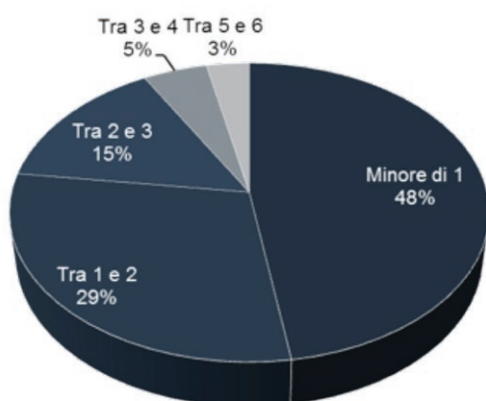
Per andare ancora più a fondo di questa affermazione, si è ricavato un ulteriore indicatore sintetico, evoluzione del Digital Innovation Index per tecnologia. Questo nuovo indice, chiamato **Overall Digital Innovation Index (ODII)**, accorpa in un solo valore numerico la **propensione innovativa globale di un'azienda**, in relazione alla sua posizione nei confronti della totalità delle tecnologie indagate.



## Approfondimento 12: L'Overall Digital Innovation Index (ODII)

L'Overall Digital Innovation Index (ODII) è un indicatore sintetico che esprime la propensione innovativa complessiva di un'azienda, considerando tutte le 7 tecnologie digitali indagate. L'indicatore è calcolato eseguendo una media dei sette DII calcolati per ogni tecnologia; tale media viene poi corretta con un opportuno coefficiente che tiene in considerazione il numero di tecnologie effettivamente implementate, per far pesare di meno l'eventuale assenza di implementazioni relative a tecnologie palesemente poco rilevanti per l'azienda in questione.

La maggioranza delle aziende del campione, circa l'80%, non raggiunge un valore di ODII superiore a 2 (Figura 35), in piena coerenza con i bassi valori di conoscenza e utilizzo di tutte queste tecnologie.



*La stragrande maggioranza del campione (~80%) ha un ODII globale <2, il che significa focalizzazione su una o poche tecnologie*

Figura 35 - Distribuzione del ODII nel campione

Circa il 15% del campione raggiunge valori compresi tra 2-3, mentre le aziende che si possono considerare davvero trasversalmente all'avanguardia nell'applicazione di queste tecnologie sono molto poche (meno del 10% del campione). Tenzialmente, queste ultime sono aziende globali di grandi dimensioni, che operano in diversi comparti manifatturieri e che quindi hanno esigenze tecnologiche variegate.

Segmentando i valori assunti da questo indice nelle 3 classi relative alle dimensioni aziendali, si ottengono informazioni utili per approfondire ulteriormente il tema della democraticità della rivoluzione.

*L'indice cresce all'aumentare delle dimensioni aziendali, ma non in modo eclatante ( $\cong 15\%$ ): anche le PMI possono partecipare a questa rivoluzione*

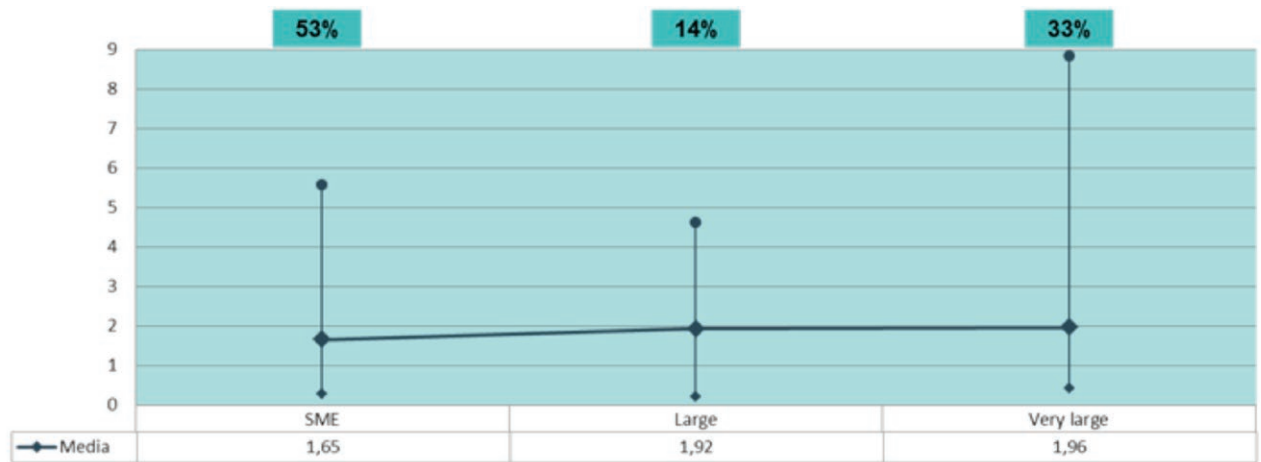


Figura 36 - Analisi per dimensione aziendale del ODII

In cima Figura 36 è indicata la quota parte di aziende per cui è stato possibile calcolare l'indice che ricadono nelle tre classi dimensionali considerate. In figura vengono riportati nuovamente i valori di massimo, medio e di minimo assunti dall'ODII. In particolare, si può notare quanto segue:

- Il **valore minimo** non manifesta nessun particolare trend legato alle dimensioni aziendali: il valore minimo raggiunto dalle SME è superiore a quello delle Large, ma inferiore (anche se di poco) a quello delle Very Large.
- Il **valore massimo** non manifesta nessun trend specifico, seguendo lo stesso andamento descritto per il valore minimo.
- Il **valore medio** è il parametro più interessante. Tale valore tende a crescere con le dimensioni aziendali (da 1,65 per SME, fino a 1,96 per Very Large), ma con una tendenza non troppo marcata, all'incirca del 15%.

Mettendo assieme le diverse analisi, si può affermare che **le piccole e medie imprese non sono escluse dal processo di rivoluzione in corso**, anche se le aziende che dispongono di più persone da dedicare all'analisi e implementazione di queste tecnologie, possono essere favorite in questo processo. Attenzione che spesso tali grandi aziende, possono

rimanere prigioniera di processi decisionali lunghi e farraginosi; al contrario le SME, pur disponendo di meno personale, possono godere di maggiore flessibilità e reattività.

Da questi ultime due valutazioni, emerge come la linea di tendenza all'implementazione delle tecnologie sia funzione della tecnologia medesima: esistono tecnologie maggiormente adatte anche alle PMI, mentre altre sono più orientate al mondo delle grandi imprese. E questo può dipendere dalla tipologia della tecnologia (manifatturiera / produttiva oppure di natura più informatica): tecnologie come le Nanotecnologie ed i Sistemi esperti (seppure poco diffuse) paiono evidentemente ad appannaggio delle grandi imprese, con risorse e personale qualificato per un loro opportuno sfruttamento; altre tecnologie, legate anche all'ambito di progettazione di prodotti e componenti (Stampa 3D e Realtà virtuale) sono diffuse soprattutto nelle SME, ad evidenza della necessità di queste imprese di fornire sempre prodotti all'avanguardia, e spesso su specifiche esigenze dei clienti (anche di dimensioni molto maggiori e con potere contrattuale molto elevato).

Valutando invece il panorama complessivo per classe dimensionale, si nota una linea di demarcazione più definita tra aziende SME e aziende molto grandi, che sottolinea ancora una volta come il tema delle competenze e delle risorse economiche sia più facilmente gestibile da imprese con le spalle larghe.

Pochi dubbi invece con riferimento al tipo di proprietà aziendale: le **aziende con una linea manageriale formalizzata (indipendentemente dalle dimensioni) risultano mediamente più innovative**. Tale messaggio emerge con forza nella Figura 36, in cui viene presentata la distribuzione dell'indice ODII in funzione del tipo di proprietà dell'azienda (manageriale o padronale - cfr. paragrafo *Il campione della ricerca*).

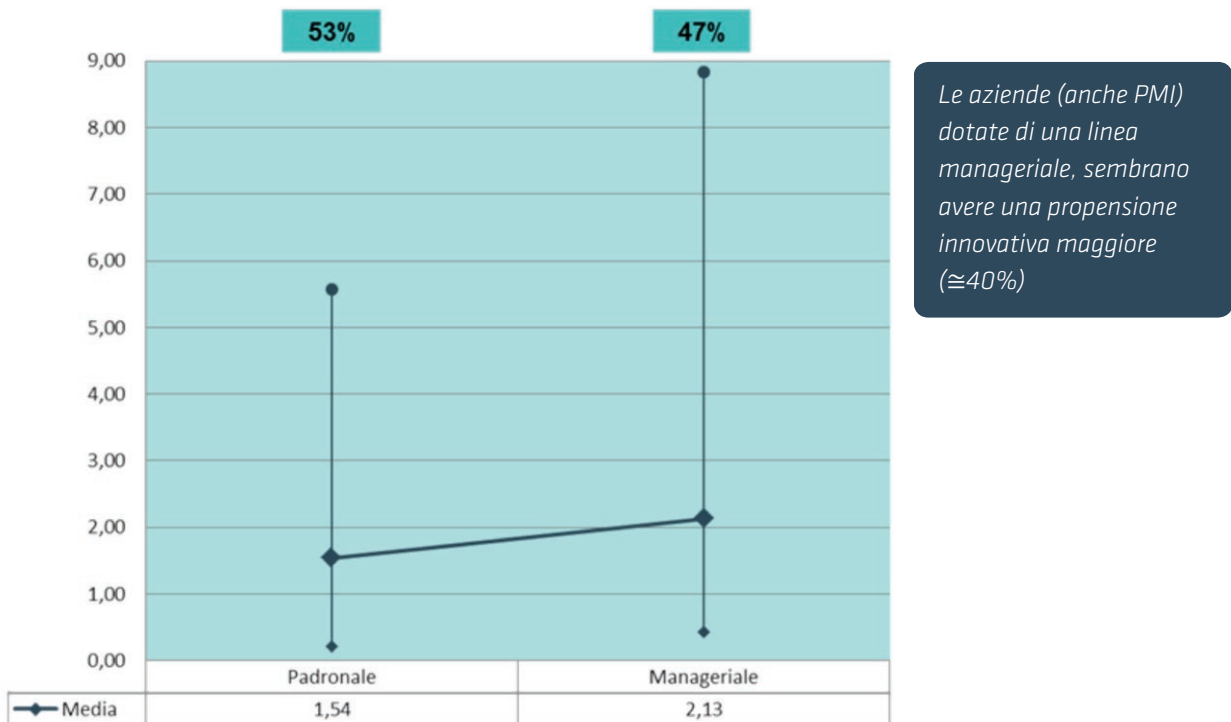


Figura 37 - Analisi per tipo di proprietà aziendale del ODII



Nelle aziende in cui è presente una prima linea manageriale formalizzata, con manager che raccolgono le esigenze delle rispettive aree di competenza e le formalizzano, la propensione innovativa risulta maggiore e diminuiscono anche i tempi di adozione delle tecnologie. In questo caso infatti la crescita del ODII medio è ben più marcata rispetto al caso precedente (circa 40%).



### Approfondimento 13: Propensione innovativa delle PMI italiane

Il fatto che anche le PMI possano accedere a questa rivoluzione è assolutamente fondamentale per un paese come l'Italia, in cui il 95% delle aziende ha meno di 50 addetti e un fatturato inferiore ai 10 milioni di euro. Peraltro, ad onore del vero, la capacità di innovare (i prodotti, in particolare) è sempre stata una peculiarità delle nostre imprese, anche di quelle di piccole e medie dimensioni. Ad affermarlo è (anche) lo studio "PMI e la sfida della qualità"<sup>46</sup>, curato da Fondazione Symbola e CNA, secondo cui l'Italia è il secondo Paese in Europa per numero di aziende (65.481) che negli ultimi tre anni hanno introdotto innovazioni (di processo o di prodotto). Di queste, più dell'80% ha meno di 50 dipendenti, e contribuisce per oltre il 22% al valore aggiunto complessivo prodotto dalle SME europee. Il fatto che le nuove tecnologie digitali possano supportare ulteriormente le imprese in questo percorso di crescita e di innovazione, è certamente un segnale positivo per il futuro del paese.

Con la stessa metodologia adottata per investigare la democraticità di questa rivoluzione, è possibile valutarne anche la **trasversalità rispetto ai settori manifatturieri**. Per i comparti ATECO più popolosi viene rappresentata in Figura 38 - Analisi per settori manifatturieri del ODII la distribuzione dell'indice ODII.

*Non è possibile identificare a priori settori esclusi (o escludibili) da questa rivoluzione industriale*

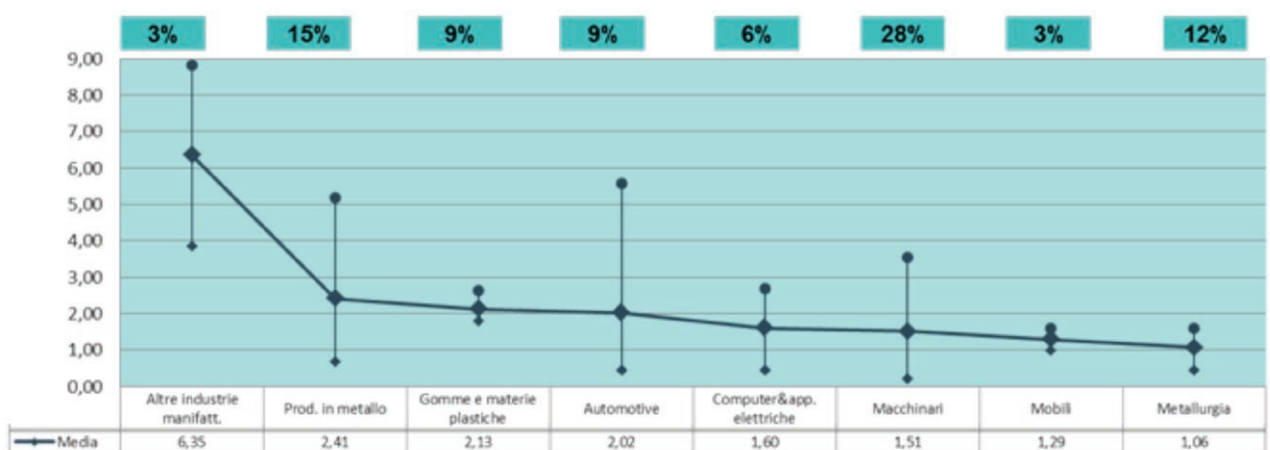
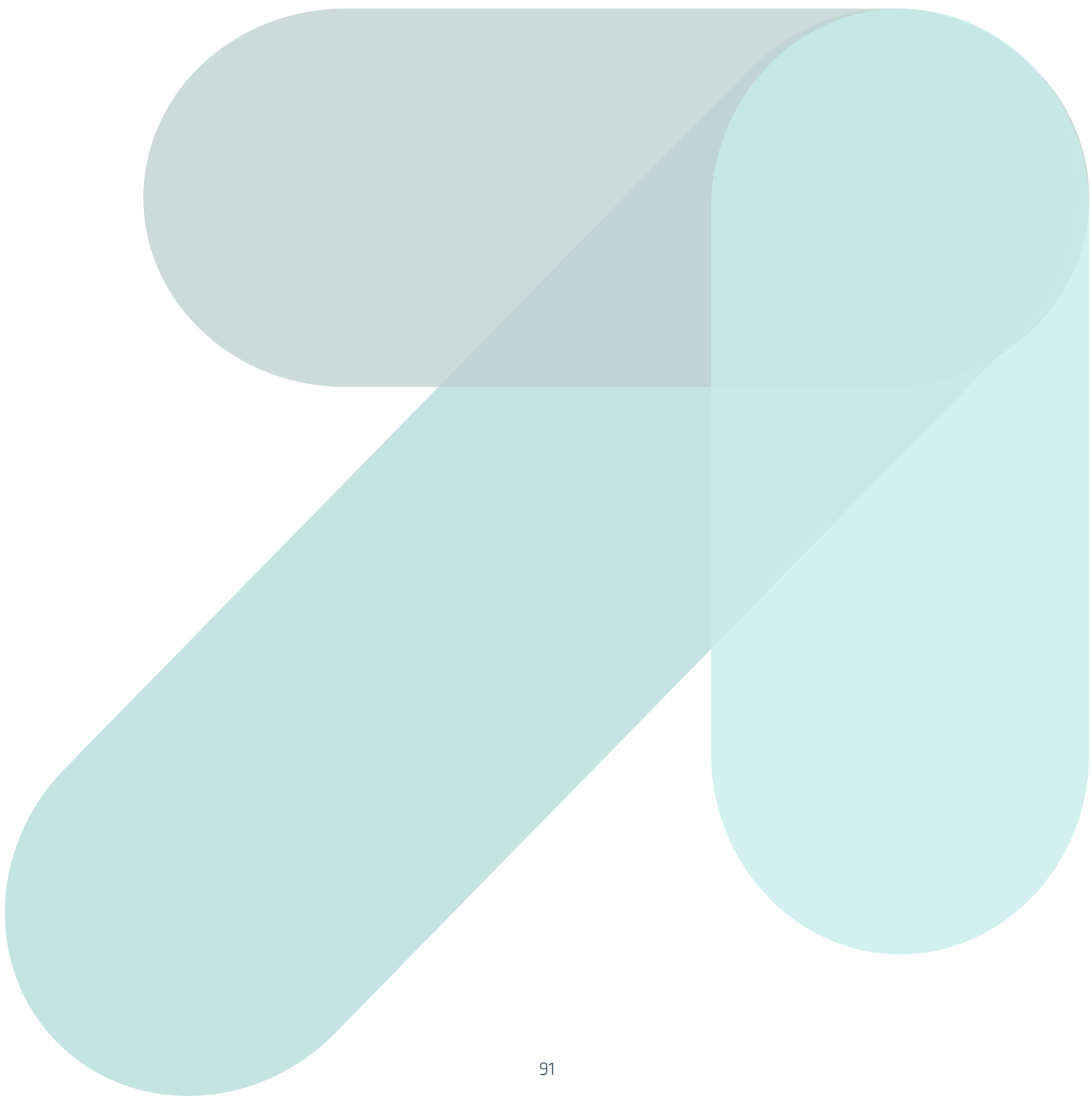


Figura 38 - Analisi per settori manifatturieri del ODII

<sup>46</sup> Pmi e la sfida della qualità - Fondazione Symbola & CNA - Aprile 2015

Al di là dell'insieme "Altre industrie manifatturiere", in cui ricadono solo due aziende (ed una è la più innovativa dell'intero campione), i comparti di realizzazione di prodotti in metallo, lavorazione delle gomme / materie plastiche e automotive, hanno valori vicini tra loro e superiori a 2. Trattasi di settori che si posizionano sulla rampa di lancio di un pieno utilizzo di queste tecnologie, visto il numero significativo di aziende che ne stanno valutando trasversalmente i potenziali impieghi e benefici. Con valori di ODII compreso tra 1,5 e 2 troviamo invece i settori legati alla realizzazione di apparecchiature elettriche / elettroniche e quello delle macchine speciali. Infine, i settori relativi alla realizzazione di prodotti in legno e alla metallurgia, che sono oggi i comparti meno propensi all'utilizzo di tali tecnologie, con un valore di ODII vicino ad 1; tale posizionamento non sorprende troppo, visto che si tratta di comparti maturi, popolati perlopiù da aziende di processo.

In sintesi, i risultati relativi all'analisi di trasversalità settoriale, portano con sé evidenze meno lampanti rispetto a quelli relativi alla democraticità della rivoluzione. Non è cioè possibile affermare con certezza che la rivoluzione sia in corso in tutti i settori manifatturieri, ma, contestualmente, **non è nemmeno possibile identificare a priori settori esclusi (o escludibili) da essa.**



# Glossario



## Termine

## Definizione

Stampa 3D

Tecnica produttiva additiva in grado di realizzare prodotti a partire da un modello digitale attraverso l'impiego di stampanti che funzionano per aggiunta di materiale strato dopo strato.

Ambiti applicativi: prototipazione rapida, produzione di utensili per lavorazioni di asportazione, produzione di prodotti complessi e personalizzati, produzione di parti di ricambio.

Internet delle Cose (IoT)

Paradigma secondo il quale ciascun oggetto/ prodotto può avere una propria identità web, grazie alla quale ricevere e comunicare informazioni con gli altri oggetti e con l'ambiente circostante.

Ambiti applicativi: logistica (tracciabilità e rintracciabilità dei prodotti), postvendita (monitoraggio funzionamento dei prodotti, definizione di adeguate politiche di manutenzione).

Social Manufacturing

Insieme degli strumenti di collaborazione e delle piattaforme social utili per condividere informazioni e risorse produttive con fornitori e clienti globalmente distribuiti.

Ambiti applicativi: raccolta delle esigenze specifiche di ogni singolo cliente, realizzazione di prodotti unici e personalizzati, riduzione dei tempi di produzione e consegna del prodotto, controllo di filiera.

Robotica e Intelligenza artificiale

Insieme di tecnologie e scienze informatiche il cui scopo è realizzare dispositivi in grado di operare secondo logiche che riproducano il comportamento dell'uomo.

Ambiti applicativi: automazione e controllo del processo produttivo, sistemi avanzati di supporto alle decisioni.

Realtà Aumentata

Sovrapposizione a quanto percepito dalla vista dell'utente di informazioni digitali (tramite opportuni visori), in grado di poterlo guidare e supportare in attività specifiche.

Ambiti applicativi: manutenzione e messa in servizio, localizzazione e tracciabilità dei prodotti, sviluppo di piattaforme virtuali di test e prova dei prodotti.

Realtà Virtuale

Realtà creata artificialmente (e separata da quella effettiva) in cui l'utente muoversi può ed effettuare test e simulazioni in ambienti di ogni tipo.

Ambiti applicativi: realizzazione di test e simulazioni, virtualizzazione dei processi, sviluppo di piattaforme virtuali di test e prova dei prodotti.

Termine	Definizione
Nanotecnologie	<p>Scienza dei materiali che, tramite la manipolazione della materia a livello atomico, ne modifica le proprietà chimiche e fisiche, permettendo di realizzare materiali e componenti per qualsivoglia applicazione.</p> <p>Ambiti applicativi: sviluppo di materiali con proprietà innovative (materiali autopulenti, autorigeneranti, etc.), sviluppo di dispositivi su scala microscopica.</p>
Reshoring	Fenomeno che indica un ritorno delle attività imprenditoriali verso i paesi di origine in cui si erano sviluppate, e da cui si erano (totalmente o parzialmente) allontanate negli anni precedenti, alla ricerca di maggiori agevolazioni e guadagni.
Nextshoring	Fenomeno per il quale le aziende che avevano delocalizzato la produzione in paesi a basso costo della manodopera e delle risorse, riportano le proprie attività in zone più vicine al paese di origine dell'impresa.
Pay per use	Sistema di offerta di un prodotto/servizio in funzione all'effettivo utilizzo che ne viene fatto da parte del cliente, distribuito durante tutta la vita utile del prodotto/servizio stesso.
Smart metering	Applicazione dell'Internet delle Cose per realizzare contatori intelligenti per la misura dei consumi (elettricità, gas, acqua, calore) e la loro corretta fatturazione, oppure per istituire una rete elettrica "intelligente" per ottimizzare la distribuzione, gestendo la produzione distribuita e la mobilità elettrica.
Smart car	Applicazione dell'Internet delle Cose che abilita la connessione tra veicoli o tra questi e l'infrastruttura circostante (es. guardrail) per la prevenzione e rilevazione di incidenti, offerta di nuovi modelli assicurativi e/o di informazioni geo-referenziate su viabilità e situazione del traffico.
Smart logistics	Applicazioni dell'IoT per la tracciabilità di filiera, la protezione del brand e il monitoraggio della catena del freddo, per la sicurezza in poli logistici complessi e per la gestione delle flotte (tracciabilità del mezzo e delle sue condizioni).
Smart home	Applicazioni dell'IoT per la realizzazione di impianti e i sistemi della casa (illuminazione, elettrodomestici, climatizzazione...) in grado di "parlare" tra loro, e in grado di agire autonomamente per ridurre i consumi energetici, migliorare il comfort, garantire la sicurezza della casa security e delle persone che vi abitano
Rapid Prototyping	Produzione di prototipi tramite tecniche additive che permette di testare differenti modelli e versioni di un componente, ottenendo feedback immediati per migliorare il progetto.
Rapid Tooling	Produzione indiretta tramite tecniche additive di strumentazione necessaria per la produzione dei prodotti, per la realizzazione immediata di stampi e attrezzature (tra cui per esempio posaggi e centraggi).
Rapid Manufacturing	realizzazione diretta di prodotti e/o componenti finiti, con caratteristiche meccaniche superiori, grazie a materiali differenti e forme e geometrie complesse.



# Bibliografia



1. Scenari economici n. 19. La difficile ripresa. Cultura motore dello sviluppo - Confindustria - Dicembre 2013
2. The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More - Chris Anderson - 2006
3. Sampson, Scott E., and Craig M. Froehle. "Foundations and implications of a proposed unified services theory." *Production and Operations Management* 15.2 (2006): 329-343.
4. L'orientamento al servizio dei modelli di business nei settori del machinery e dell'automation - *Sistemi & Impresa* - Luglio/Agosto 2014
5. Karmarkar, Uday. "Will you survive the services revolution?." *Harvard Business Review* (2004): 100-107.
6. Third Industrial Revolution - *The Economist* - Aprile 2012
7. Next-shoring: A CEO's guide - *McKinsey* - Gennaio 2014
8. US manufacturing near the tipping point? - *Boston Consulting Group* - Marzo 2013
9. Manufacturing Renaissance? Exports, Reshoring Could Bring 5M Jobs to U.S. - *FOX Business* - Settembre 2012
10. Whirlpool Re-Shoring Some Production To Ohio Plant - *manufacturing.net* - Dicembre 2013
11. Backshoring: tornano le imprese, non il lavoro - *linkiesta.it* - Giugno 2014
12. Future Perfect - *Stan Davis* - 1996
13. Industry 4.0. The future of productivity and growth in manufacturing industries - *BCG* - Aprile 2015
14. The next big thing - *Scientific American* - Maggio 2013
15. Disruptive technologies: advances that will transform life, business, and the global economy - *McKinsey Global Institute* - Maggio 2013
16. <http://www.internetworldstats.com>
17. Steven Sasson, l'inventore della fotografia digitale - *Wired* - Maggio 2011
18. Hype Cycle for Emerging Technologies - *Gartner* - Agosto 2014
19. The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything - *Cisco* - Aprile 2011
20. Technologies soon to enter your radar screen - *Gartner* - Settembre 2001
21. No Ordinary Disruption: The Four Global Forces Breaking All the Trends - *McKinsey* - Aprile 2015
22. Chris Anderson - *Makers. Il ritorno dei produttori. Per una nuova rivoluzione industriale* - 2012
23. *Intelligenza artificiale. Scienza & vita nuova* - Somalvico, Marco - 1987
24. *Cross-sectoral Analysis of the Impact of International Industrial Policy on Key Enabling Technologies* - *Unione Europea* - Marzo 2011
25. Porter, M. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press, 1985.
26. <http://www.bvdinfo.com/en-gb/our-products/company-information/national-products/aida>

27. Raccomandazione 2003/361/CE - Commissione Europea - Maggio 2003
28. <http://www.istat.it/it/archivio/17888>
29. Fostering mainstream adoption of industrial 3D printing: Understanding the benefits and promoting organizational readiness - 3D Printing and Additive Manufacturing, Volume 1, Number 2, pp. 62-9 - Giugno 2014
30. Internet of things: l'Innovazione che crea Valore - Osservatorio Internet of Things - Aprile 2015
31. 3D Printing and the new shape of industrial manufacturing - PWC - Giugno 2014
32. The internet of things business index: a quiet revolution gathers pace - The Economist - Giugno 2013
33. How to Convince Your CEO to Invest in the IoT When You Don't Know How You'll Make Money From It - Gartner - Novembre 2014
34. Hayes, R., & Wheelwright, S. (1984). Restoring Our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing. New York: John Wiley.
35. Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2010). Operations Management: Processes and Supply Chains (9th Edition). Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
36. The proximity paradox: balancing auto-suppliers' manufacturing networks - Boston Consulting Group - Marzo 2015
37. Prodotti intelligenti connessi: prossima trasformazione del settore manifatturiero - Oxford Economics - Febbraio 2015
38. 3D Printing Talent Needed in Education and Manufacturing - Wanted Analytics - Febbraio 2015
39. Obama's 3D Printing Plans to Up US Manufacturing Take Shape - [www.3dprintingindustry.com](http://www.3dprintingindustry.com) - Maggio 2013
40. UK Chancellor Osborne: 3D Printing is 'A Technology Which Could Revolutionise Everything' - [www.3dprintingindustry.com](http://www.3dprintingindustry.com) - Maggio 2014
41. South Korea Is Planning on Growth. With a 10 Year Roadmap - [www.3dprintingindustry.com](http://www.3dprintingindustry.com) - Luglio 2014
42. Strategic principles for competing in the digital age - McKinsey Quarterly - Maggio 2014
43. Acquiring the capabilities you need to go digital - Mc Kinsey Quarterly - Maggio 2015
44. Additive Manufacturing. Trends and Challenges - Fraunhofer Institute - Ottobre 2014
45. Internet of Everything Italian Forum - Cisco - Gennaio 2015
46. Pmi e la sfida della qualità - Fondazione Symbola & CNA - Aprile 2015





Laboratorio RISE | Research & Innovation for Smart Enterprises  
Università degli Studi di Brescia | Dip. di Ingegneria Meccanica e Industriale  
Via Branze, 38 | 25123 Brescia | T. +39 030 6595122 | [www.rise.it](http://www.rise.it)