

# THE DIGITAL MANUFACTURING REVOLUTION

## Quali impatti sulla logistica?





## Sommario

EXECUTIVE SUMMARY .....	3
1. CONTESTO .....	4
1.1. Una nuova rivoluzione industriale.....	4
1.2. Impatti attesi sulla logistica.....	8
2. CONFINI DELLA RICERCA.....	9
2.1. Obiettivi .....	9
2.2. Tecnologie in target.....	9
2.3. Classificazione delle tecnologie selezionate .....	12
3. METODOLOGIA E PERCORSO DELLA RICERCA .....	18
3.1. Analisi dei settori manifatturieri.....	18
3.2. Stima degli impatti attesi .....	20
3.3. Sintesi del percorso metodologico.....	33
3.4. Simulazioni di scenario.....	34
4. DISCUSSIONE CRITICA DEI RISULTATI.....	47
GLOSSARIO.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	51
AUTORI DELLA RICERCA.....	53

### **DISCLAIMER:**

Questo 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 destinatario del documento è CONFETRA.

La proprietà intellettuale del documento e di tutti i suoi contenuti appartiene al Laboratorio di Ricerca. Qualsiasi utilizzo del presente documento al di fuori dei destinatari previsti deve essere precedentemente richiesta ed autorizzata per iscritto dal laboratorio.

Qualsiasi violazione potrà essere perseguita ai sensi delle vigenti leggi.



## EXECUTIVE SUMMARY

Quali tecnologie digitali avranno un impatto sostanziale sui volumi della produzione industriale, e quindi, più o meno direttamente, sulle attività degli operatori logistici? Ha senso che tali operatori inizino sin da subito ad acquisire una maggiore consapevolezza circa le conseguenze di questa rivoluzione digitale?

Queste sono alcune delle domande a cui la ricerca condotta dal laboratorio RISE dell'Università di Brescia vuole rispondere in modo empirico, appoggiandosi cioè a dati e numeri quantitativi in grado di generare scenari futuri credibili attraverso i quali dimensionare gli impatti di cui sopra.

Basandosi su fonti comprovate, inserite all'interno di un rigoroso protocollo di ricerca, il presente lavoro mira a stimare l'impatto economico delle tecnologie digitali sulle attività produttive e quindi logistiche.

Nello specifico, l'analisi si è focalizzata su due tecnologie, ad oggi riconosciute come le più impattanti sulle attività logistico-produttive delle imprese manifatturiere: la Stampa 3D e l'Internet delle Cose (nella sua accezione industriale).

Le analisi svolte consentono di definire, per ogni comparto industriale, l'incidenza delle due tecnologie sul volume di merci che saranno prodotte e quindi movimentate, in due differenti scenari: uno "cautelativo" e uno "estremo", elaborati in funzione di un differente tasso di diffusione (ed utilizzo) delle due tecnologie.

Infine, per supportare gli operatori logistici nella definizione di piani sia di breve periodo (operativi) sia di medio-lungo periodo (tattico-strategici), sono state scattate tre differenti fotografie, considerando gli impatti stimabili entro il 2017, il 2020 e il 2025.

Sinteticamente, emergono i seguenti messaggi:

- **L'impatto delle tecnologie non sarà trascurabile.** Anche nello scenario più cautelativo, l'impatto congiunto di stampa 3D e IoT porterà ad una riduzione della merce movimentata per circa 100 miliardi di € nel 2025.
- **Anche nel breve periodo gli impatti non saranno irrilevanti:** nel 2017 è possibile stimare una riduzione del valore della produzione movimentata tra i 30 e i 50 miliardi di €, che diventeranno 40-60 nel 2020.
- Considerando che il valore della produzione movimentata registrato in Italia è pari a circa 4.000 miliardi di €, l'impatto delle tecnologie si traduce in una **riduzione percentuale tra il 2 e il 4% nel 2025.**
- Considerando l'incidenza dei costi logistici di ogni settore e quindi il peso di ciascuno sul totale della Contract Logistics, la **contrazione dei volumi generata dalla diffusione delle tecnologie digitali per gli operatori logistici** è stimabile tra il **6 e il 10% entro il 2025.**

In altre parole, seppure non sia possibile affermare che nei prossimi 5-10 anni lo scenario per gli operatori logistici risulterà completamente diverso da quello attuale, è altresì vero che la contrazione dei volumi di merce da movimentare sarà rilevante. A fronte di questo quadro, emerge il tema di una possibile **riconfigurazione delle attività degli operatori logistici**, che potranno sfruttare la loro vicinanza ai punti di consumo per proporsi come piccoli produttori (additivi) di prodotti altamente personalizzati, fornibili ai clienti con tempi ciclo ordine-consegna molto ridotti.



## 1. CONTESTO

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 attenderci una manifattura in cui il *cervello* e le *braccia* operative saranno sempre più **vicine**, con un modello produttivo (più) 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, talvolta anche unitari, garantendone la competitività economica.

La manifattura si sta cioè trasformando sempre più da produzione di beni fisici, composti da atomi, a produzione di beni “digitali”, progettabili, realizzabili e distribuibili semplicemente con il click di un mouse, **abilitando nuovi modelli di business** per le imprese del tutto impensabili anche solo 5 anni fa.

È evidente come **questi cambiamenti impatteranno non solo sulle attività produttive, bensì anche su quelle logistiche**. In che misura? A questo studio l'onere di trovare una risposta.

### 1.1. Una nuova rivoluzione industriale

Le aziende italiane (e non), 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 queste 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 prima inesistenti), stravolgendo lo scenario competitivo globale.

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

#### 1.1.1. Personalizzazione e frammentazione della domanda commerciale

Un primo elemento su cui porre l'attenzione è l'andamento della domanda globale dei 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 **personalizzata**, in quanto il cliente vorrà sempre di più personalizzare il prodotto / la soluzione che vorrà acquistare, portando la domanda ad essere (molto) meno prevedibile rispetto al passato. Per far fronte a questa maggiore

---

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



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

personalizzazione, (sino ad oggi) un buon numero di aziende ha utilizzato 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. Tutto ciò potrebbe però non bastare, nella misura in cui sempre più spesso il cliente non si accontenterà di prodotti modulari configurabili a piacimento, bensì desidererà partecipare addirittura alla progettazione del bene, rendendolo unico. È il ben noto concetto 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 realizzare pochi prodotti in elevate quantità (area blu della Figura 1), bensì nella capacità di produrre e commercializzare moltissimi articoli, ciascuno caratterizzato da una domanda relativamente ridotta (area verde della Figura 1).

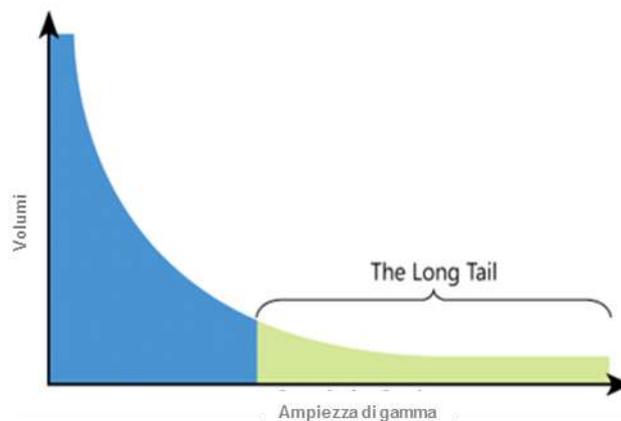


Figura 1 – Rappresentazione grafica della "Coda Lunga" di Chris Anderson

Questa nuova concezione della domanda di prodotti personalizzati si declina nel paradigma della **Mass Customization (MC)**. Il termine è stato ideato da Stan Davis<sup>3</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 per il 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. In questo senso quindi il volume di prodotti realizzati risulta essere maggiormente frammentato, ovvero suddiviso su una gamma più ampia legata alle diverse opzioni di prodotti abilitate dagli stessi produttori, nel tentativo di riuscire a gestire con maggiore efficienza (ed anticipare) le spinte alla personalizzazione che sempre più spesso i clienti richiedono.

### 1.1.2. Servitizzazione

Nel prossimo futuro la manifattura smetterà di essere strettamente la produzione di beni materiali e si sposterà sempre di più verso la **produzione di soluzioni**, in cui bene materiale e servizi immateriali saranno sempre più integrati. Oggigiorno i clienti sono

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

<sup>3</sup> Davis, S. M. (1989). *From "future perfect": Mass customizing*. *Planning review*, 17(2), 16-21.



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

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* (Ammer and Ammer, 1984<sup>4</sup>; Bannock, Baxter, and Reese, 1982<sup>5</sup>; Pearce, 1981<sup>6</sup>), definiva “servizio” il bene immateriale di cui si usufruisce, mentre il prodotto era tutto ciò che è materiale e che può essere posseduto dal cliente. 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* (Goncalves, 1998<sup>7</sup>, Sampson et al., 2006<sup>8</sup>;) invece, distingue 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 cliente e fornitore. Ne deriva che servizio è il processo di impiego di competenze per co-creare valore d’uso, mentre prodotto è il bene che genera valore attraverso il suo valore di scambio. La Figura 2 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 2 – Concetto di servizio (adattato da Sampson et al. 2006)

Indipendentemente dalla scuola di pensiero che si preferisce adottare, è evidente come una quota parte sempre maggiore dell’economia mondiale si sta spostando verso l’offerta di servizi (standard o avanzati). Si consideri che già nel 2005, circa l’80% dell’economia degli USA era legata alla produzione e vendita di beni la cui natura era prettamente immateriale<sup>9</sup>. Negli ultimi anni, altre economie mondiali hanno seguito il trend degli USA, spostando sempre più il proprio focus dalla produzione di beni fisici verso la progettazione di beni e servizi immateriali, impattando negativamente sui volumi di beni da movimentare.

<sup>4</sup> Ammer, C., D. S. Ammer. 1984. “*Dictionary of business and economics*”. The Free Press, New York, New York

<sup>5</sup> Bannock, G., R. E. Baxter, R. Reese. 1982. “*The Penguin Dictionary of Economics*”. Penguin Books, Ltd., Harmondsworth, Middlesex, England.

<sup>6</sup> Pearce, D. W. 1981. “*The dictionary of modern economics*”. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

<sup>7</sup> Goncalves, K. P. 1998. “*Services marketing: A strategic approach*”. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey

<sup>8</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>9</sup> Karmarkar, Uday. “*Will you survive the services revolution?*.” *Harvard Business Review* (2004): 100-107.



### 1.1.3. Decentramento della produzione

L'associazione delle parole *decentramento* e *produzione* ha assunto negli anni una connotazione negativa per i paesi sviluppati. In particolare, per via del ben noto fenomeno della delocalizzazione delle attività produttive (*off-shoring*), in cui le aziende migravano i siti produttivi in paesi emergenti alla spasmodica ricerca di manodopera a costi inferiori (oltre all'assenza di leggi e regolamenti in termini di sicurezza, ambiente, etc.).

Negli ultimi anni il concetto di decentramento produttivo ha invece cominciato ad assumere una connotazione differente, non più legata esclusivamente alla migrazione della produzione, bensì alla ri-collocazione della stessa in base alle specifiche esigenze (*next-shoring*). In questo senso, può essere decentramento produttivo anche il *ritorno* delle attività produttive nei paesi dove sono nate (*back-shoring*), per via del cambiamento delle condizioni al contorno. Per esempio, in alcuni settori è tornato ad essere un valore competitivo la prossimità geografica della produzione rispetto al mercato di sbocco. Questo fenomeno è 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 per un'azienda, in termini di: (i) maggiore vicinanza al cliente, (ii) ai centri di ricerca e ai poli tecnologici di eccellenza (grazie a cui avere accesso alle migliori innovazioni digitali), (iii) necessità di rispondere ad una domanda radicalmente diversa, sempre più sporadica e sempre più orientata verso la richiesta di prodotti personalizzati e unici.

Emergono quindi due leve competitive di fondamentale importanza per le imprese: la **reattività** e la **flessibilità**. La localizzazione degli impianti vicino ai mercati di sbocco garantisce in questo senso livelli di flessibilità e reattività delle attività produttive in linea con le richieste del cliente, che si aspetta il prodotto personalizzato in tempi contenuti. Al riguardo, come non citare i casi di Rolls Royce<sup>10</sup>, con lo sviluppo di un sito produttivo per le proprie turbine in Virginia, e di Whirlpool<sup>11</sup>, che ha deciso di incrementare la produzione negli impianti in Tennessee piuttosto che delocalizzare altrove.

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 ha fatto registrare la % di ritorni più elevata. I settori principalmente coinvolti sono il calzaturiero e il meccanico, spinti dalla necessità di essere più vicini ai bisogni del cliente, e dalla disponibilità nel nostro paese di competenze superiori a quelle disponibili nei paesi in via di sviluppo<sup>12</sup>. Va però sottolineato come tale fenomeno sia molto complesso da valutare nel suo insieme. Alcune fonti, infatti, appaiono decisamente meno convinte dell'effettiva esistenza ed in particolare del reale impatto del reshoring delle attività manifatturiere, sottolineando come tale processo sia molto inflazionato dai centri di ricerca ("*reshoring and renaissance narrative is more than consultant-driven marketing hype*"<sup>13</sup>) e faccia parte di un normale periodo di assestamento della distribuzione delle attività produttive rispetto ai mercati di sbocco.

---

<sup>10</sup> *Manufacturing Renaissance? Exports, Reshoring Could Bring 5M Jobs to U.S.* – FOX Business – Settembre 2012

<sup>11</sup> *Whirlpool Re-Shoring Some Production To Ohio Plant* – manufacturing.net – Dicembre 2013

<sup>12</sup> *Backshoring: tornano le imprese, non il lavoro* – linkiesta.it – Giugno 2014

<sup>13</sup> Nager, Adams B., and Robert D. Atkinson. "*The myth of America's manufacturing renaissance: the real state of US manufacturing.*" Information Technology & Innovation Foundation, 2015.



## 1.2. Impatti attesi sulla logistica

Tutti questi cambiamenti in corso non stanno impattando solo sulle attività prettamente manifatturiere, bensì avranno **significative ripercussioni anche sulle attività logistiche**, che dovranno essere sempre più capaci di consegnare relativamente pochi prodotti ovunque in Italia e nel mondo, in tempi contenuti.

Le tecnologie digitali possono e potranno sempre di più supportare le aziende nella trasformazione del loro modello di business, finalizzato alla piena soddisfazione di una domanda nel frattempo notevolmente cambiata. Stampa 3D, Internet delle cose e Big Data, sono solo alcune delle tecnologie che incideranno sulle filiere logistiche-produttive del prossimo futuro, consentendo ai produttori di servire i clienti in modo migliore e più veloce, grazie ad un accresciuto livello di flessibilità e reattività delle proprie attività.

Analizzando come si declinano i fattori competitivi descritti in precedenza sulle attività logistiche delle imprese, si ottiene quanto segue:

1. **Il ruolo del consumatore cambierà radicalmente:** non sarà più solo colui che, con il suo acquisto, permetterà alla filiera produttivo-logistica di mettersi in moto, bensì diverrà parte integrante del processo di sviluppo dei prodotti. Questo elemento si traduce direttamente in una riduzione della lunghezza delle filiere logistiche, in cui cliente e produttore si trovano ad essere in contatto non solo durante la vendita del bene, bensì anche nelle fasi precedenti. Il caso estremo potrebbe essere quello in cui il cliente (*customer*) diventa anche produttore (*prosumer*) del bene, perché dispone di una stampante 3d con cui produrre in casa l'oggetto desiderato, a fronte dell'acquisto di un modello virtuale (es. file CAD).
2. La conversione di una quota parte sempre maggiore di prodotti fisici in modelli digitali, comporterà una **sostanziale riduzione dei volumi movimentati** lungo le filiere. I prodotti (alcuni, almeno), viaggeranno in formato digitale fino alle case dei consumatori, o quantomeno fino a siti di produzione capillarmente diffusi sul territorio, molto vicini a dove si manifesta la domanda. In questo senso, ci sarà sempre meno bisogno di trasporto primario (lunghe tratte, mezzi saturi) e sempre più di trasporto secondario *last mile* (brevi tratte, mezzi anche insaturi pur di soddisfare la domanda in poco tempo).

Per alcuni comparti manifatturieri, sono quindi evidenti le direttrici di sviluppo che le filiere produttivo-logistiche dovranno seguire per potersi riadattare alle mutate esigenze del mercato. Ma restano poco chiare alcune questioni, legate per esempio alla **magnitudo di questi cambiamenti** (In quale misura rispetto alle attività tradizionali? Per quali settori principalmente?) e alla **tempificazione dei loro effetti** (Entro quando si manifesteranno a pieno queste modifiche?).

Questa ricerca si pone come obiettivo principale quello di **stimare quantitativamente gli impatti economici che le attività produttive e quindi quelle logistiche in Italia subiranno a causa delle nuove direttrici competitive** appena descritte, legate a doppio filo alla diffusione e all'utilizzo delle nuove tecnologie digitali.



## 2. CONFINI DELLA RICERCA

### 2.1. Obiettivi

La ricerca si pone come obiettivo primario quello di identificare e stimare un ragionevole impatto economico legato alla diffusione di nuove tecnologie digitali a supporto dello svolgimento delle attività logistico-produttive.

In particolare, gli obiettivi della ricerca possono essere ricondotti alla volontà di rispondere a 4 specifiche domande:

- ▶ Quali **tecnologie digitali** avranno un impatto sostanziale sui volumi della **produzione industriale**?
- ▶ **In che modo, e con quale magnitudo**, le tecnologie digitali identificate realizzeranno tale impatto?
- ▶ Quali sono gli **scenari futuri** che è lecito aspettarsi, rispetto alla situazione attuale?
- ▶ Quali **aspetti strategici** ha senso che gli **operatori logistici** considerino per lo sviluppo / la riconfigurazione delle proprie attività nei prossimi anni?

### 2.2. Tecnologie in target

L'analisi delle tecnologie digitali oggi disponibili sul mercato è un pre-requisito necessario per la ricerca: individuare un insieme limitato di queste tecnologie e dei loro ambiti applicativi (anche solo potenziali), definisce di fatto i confini del progetto, permettendo di focalizzare l'attenzione solo su quelle maggiormente promettenti in termini di impatti sui volumi della produzione.

La selezione delle tecnologie digitali di effettivo interesse per la ricerca deve partire dallo stato di quelle attualmente disponibili, valutandole anche e soprattutto in ottica prospettica, ponendosi le seguenti domande:

- Quali sono le tecnologie oggi disponibili in grado di poter abilitare i cambiamenti richiesti dal mercato?
- Come si evolveranno nei prossimi anni le tecnologie oggi esaminate? Saranno ancora rilevanti, oppure avranno esaurito la propria spinta propulsiva prima ancora di raggiungere a pieno le aspettative iniziali?
- Quali sono i principali ambiti applicativi ed i relativi benefici generati?

La risposta a queste domande non è per nulla scontata, ma è comunque possibile arrivare a definire un insieme di tecnologie che oggi, e soprattutto domani, potranno essere rilevanti per le attività produttive delle imprese, e conseguentemente per le attività logistiche. Per fare questo, è necessario considerare ed incrociare le ricerche globalmente più significative e autorevoli sul tema. In questo senso, sono state identificate e consultate numerose fonti, banche dati & pubblicazioni di centri di ricerca / consulenza che, negli ultimi anni, si sono interessati al tema della rivoluzione digitale dei processi produttivi e logistici delle imprese.

Uno dei contributi più significativi è certamente *l'Hype Cycle for emerging technologies*<sup>14</sup> elaborato su base annua da Gartner. L'*Hype Cycle* è una rappresentazione grafica che ha lo scopo di sintetizzare in un'unica vista lo stato di maturazione e adozione delle tecnologie emergenti. In questo grafico Gartner si propone di discriminare tra il livello di

---

<sup>14</sup> *Hype Cycle for Emerging Technologies* – Gartner - Agosto 2015



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

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** (prima applicazione della tecnologia), **crescita e picco di inflazione delle aspettative** (in cui i media si interessano delle prime applicazioni reali, alimentando aspettative esagerate nella platea, progressivamente sempre 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). Altro elemento distintivo di tale rappresentazione è la possibilità di individuare il periodo di tempo stimato per la completa maturazione della tecnologia che, combinato con la sua posizione lungo il ciclo di vita, permette di definirne la rilevanza attuale e lo stato futuro. È evidente infatti che, tecnologie ad oggi molto inflazionate mediaticamente, e con una previsione di completa maturazione oltre i 10 anni, risultano avere un futuro molto più incerto e di difficile previsione rispetto a tecnologie che già hanno superato il picco delle aspettative ed hanno una stima di maturazione più vicina nel tempo.

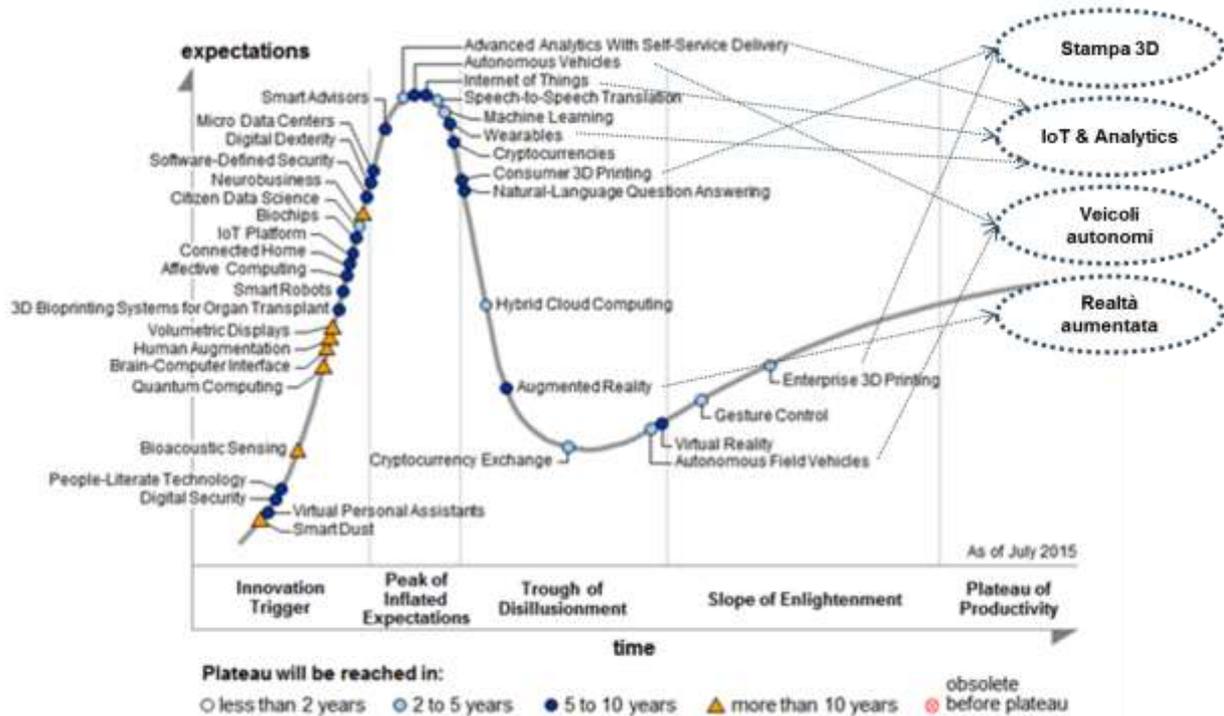


Figura 3 - Hype cycle for emerging technologies, 2015 (Gartner – Agosto 2015)

Facendo una cernita di tutte le tecnologie proposte da Gartner (Figura 3), sono state identificate 4 macro aree tecnologiche di massima rilevanza per le attività logistico-produttive delle aziende manifatturiere:

### ■ Stampa 3D

All'interno di questa macro area, ricadono tutte le tecnologie additive sviluppate sia in ambito industriale, sia in ambito consumer. È lecito sottolineare come, secondo Gartner, l'ambito consumer richiederà un tempo maggiore per la sua completa maturazione (5-10 anni), mentre il mondo delle applicazioni industriali è più maturo ed avanti nel ciclo di vita (maturazione attesa in 2-5 anni).

### ■ Internet of things (IoT) & Analytics

In questa area ricadono differenti ambiti tecnologici. In primis il paradigma dell'*Internet of things*, secondo cui tutti gli oggetti possono essere messi in



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

comunicazione tra di loro grazie alla dotazione di sensori e rilevatori miniaturizzati. Strettamente correlato all'ambito dell'IoT troviamo il mondo dei *Wearable*, ovvero dei dispositivi indossabili dotati anch'essi di sensori e rilevatori, utilizzati direttamente dall'uomo (dispositivi per il monitoraggio della salute della persona, della sua localizzazione, etc.). Infine, l'insieme degli applicativi software di *Advanced Analytics*, tramite i quali è possibile esaminare le informazioni raccolte dai sensori posizionati su ogni prodotto, e quindi messi a disposizione dalla diffusione del paradigma dell'IoT. Sebbene tutte queste aree tecnologiche si trovino molto vicine al punto di massima aspettativa, solo per l'area degli Analytics viene stimato un tempo di maturazione tra i 2-5 anni, mentre per le due aree precedenti l'orizzonte è fissato tra i 5 e i 10 anni.

### ■ **Veicoli autonomi**

A questa categoria fanno riferimento i veicoli privati, pubblici e soprattutto i mezzi industriali che vedranno sempre meno la presenza dell'uomo per il loro funzionamento, e sempre più la supervisione di sistemi dotati di intelligenza artificiale. Il tempo di completa maturazione è previsto in 10 anni, anche se ad oggi non sono noti in modo preciso quali potranno essere i reali effetti della tecnologia sulle attività quotidiane.

### ■ **Realtà aumentata**

In questa area tecnologica ricadono tutti i sistemi e i differenti *device* in grado di aumentare la realtà percepita dall'uomo grazie all'aggiunta di informazioni digitali con lo specifico obiettivo di fornire informazioni che altrimenti presenti su altri supporti (informatici oppure cartacei). La tecnologia ricade oggi nella fase di disillusione, con un periodo stimato di maturazione tra i 5 e i 10 anni.

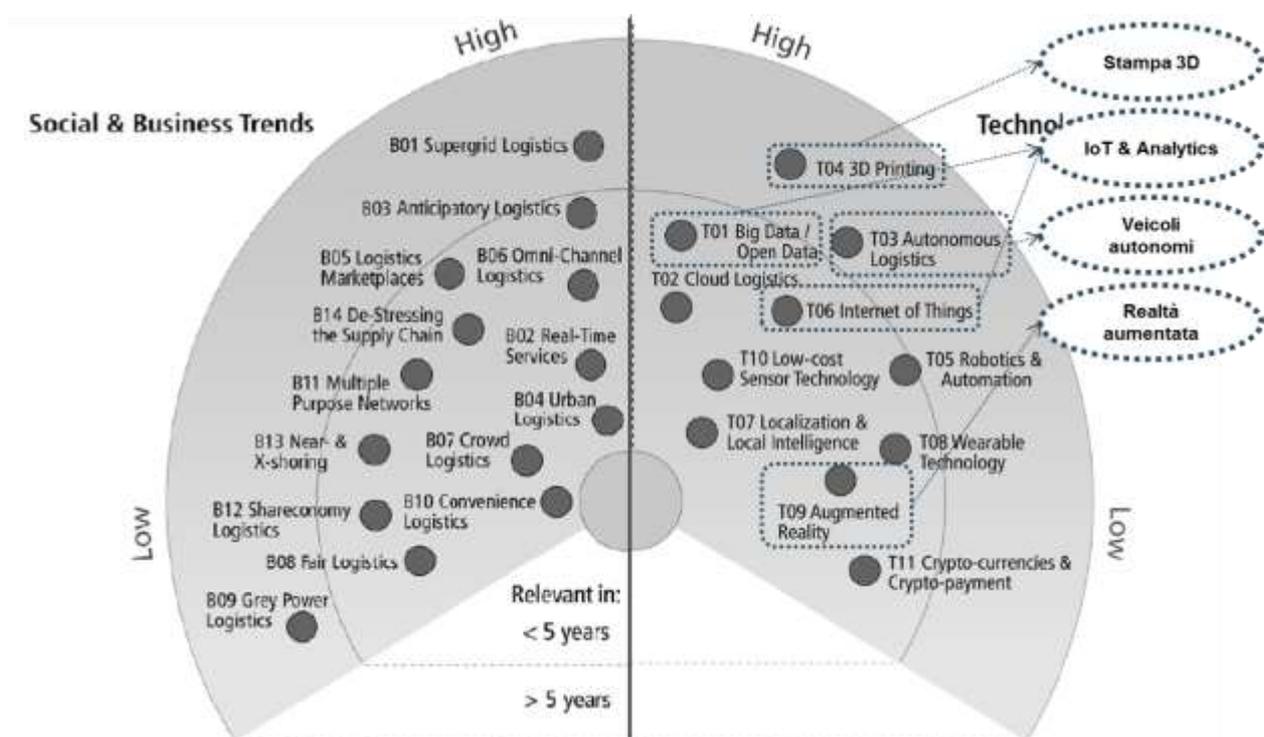


Figura 4 - Logistics Trend Radar, DHL, 2015

La visione proposta da DHL nel suo *Logistics Trend Radar* del 2015, incrocia l'impatto atteso delle tecnologie sulle attività logistiche (in direzione dell'asse y, ovvero alto-basso) con l'orizzonte temporale in cui si potranno manifestare questi cambiamenti (più la tecnologia è vicina al centro della circonferenza, più l'impatto avverrà nel breve periodo, e



viceversa). Rispetto alla vista proposta da Gartner, in questa rappresentazione è presente l'informazione sulla magnitudo derivante dalla diffusione della tecnologia (asse y).

Anche in questo caso è possibile ricondurre le diverse tecnologie mappate entro le 4 aree tecnologiche descritte in precedenza:

- **Stampa 3D**  
Non sono presenti differenze tra ambito consumer e industriale, raggruppati stavolta in una unica vista. La tecnologia è quella considerata maggiormente impattante sulle attività logistiche, in un orizzonte medio-lungo (> 5 anni).
- **Internet of things (IoT) & Analytics**  
All'interno di questa macro area tecnologica rientrano due componenti: l'IoT e i Big Data. Rispetto alla vista proposta da Gartner, gli Analytics vengono di fatto inclusi nei Big Data. L'impatto congiunto di queste due tecnologie è mediamente alto, e con un tempo di manifestazione inferiore ai 5 anni.
- **Veicoli autonomi**  
Come per Gartner, questa area tecnologica si compone di una sola tecnologia mappata. L'impatto è considerato molto significativo, ma solo nel lungo periodo.
- **Realtà aumentata**  
Nuovamente questa area tecnologica si compone di una sola tecnologia mappata. L'impatto è considerato parzialmente rilevante, entro i prossimi 5 anni.

### 2.3. Classificazione delle tecnologie selezionate

Le 4 aree tecnologiche individuate e descritte in *Tecnologie in target* possono essere classificate in funzione di due parametri, utili ad identificare quali siano quelle di primario interesse per il raggiungimento degli obiettivi del presente lavoro:

- **Natura della tecnologia**  
La natura indica la provenienza e l'origine della tecnologia. Appare evidente come alcune tecnologie abbiano delle componenti prettamente legate al mondo dell'informatica e siano direttamente riconducibili quindi all'ambito **ICT**. Si pensi ad esempio all'area IoT & Analytics e alla Realtà aumentata. Al contrario, la Stampa 3D si colloca appieno nella regione delle tecnologie puramente **produttive**, trattandosi di una modalità alternativa (talvolta integrativa) di realizzazione dei prodotti.
- **Area di impatto**  
L'area di impatto identifica la tipologia dell'effetto prodotto. In particolare è possibile suddividere gli impatti in due macro aree: **volumi** e **efficienza**. Gli impatti sui volumi si riferiscono alla possibilità di modificare le quantità realizzate dalle aziende manifatturiere, e di conseguenza poi movimentate lungo le filiere logistiche. Impattare sull'efficienza significa invece incidere sulla modalità con cui sono oggi svolte certe attività in ambito logistico, senza però intervenire direttamente sui volumi.

L'attenzione deve essere posta primariamente sull'asse dell'*Area di impatto*, grazie a cui è possibile categorizzare le tecnologie in funzione dell'effetto generato. In accordo agli obiettivi della ricerca (cfr. *Obiettivi*), primariamente centrata sulla valutazione dell'impatto delle tecnologie sui volumi prodotti, verranno considerate nelle valutazioni e nelle stime solo le tecnologie con impatto diretto sulle quantità, per le quali è possibile quindi operare stime quantitative. Per le restanti, verranno riportate solo alcune considerazioni di natura più qualitativa.

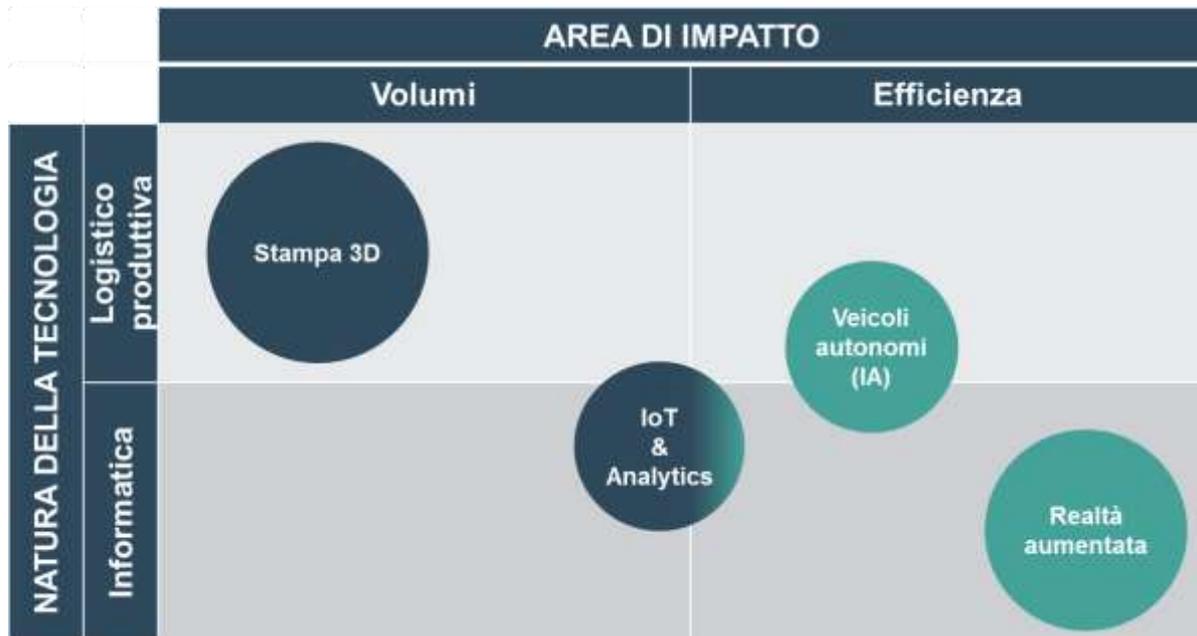


Figura 5 - Classificazione delle tecnologie per natura ed area di impatto

Nella matrice risultante dall'incrocio delle due variabili analizzate, è possibile individuare 4 differenti quadranti in cui si posizionano le 4 aree tecnologiche considerate (Figura 5):

- ▶ **Natura: logistico-produttiva / Area: Volumi**  
In quest'area si collocano le tecnologie in grado di modificare le modalità di realizzazione fisica dei prodotti e i paradigmi produttivi, con impatto diretto sui volumi realizzati e/o sullo stadio della filiera in cui si realizza l'attività produttiva. Sicuramente le tecnologie di Stampa 3D appartengono a questo quadrante.
- ▶ **Natura: Informatica / Area: Volumi**  
A quest'area appartengono le tecnologie abilitate da soluzioni informatiche, in grado di impattare sui volumi di vendita sia per effetto delle aumentate prestazioni dei prodotti, sia per un'ottimizzazione dei flussi logistici. IoT & Analytics si collocano quindi in questo quadrante.
- ▶ **Natura: logistico-produttiva / Area: Efficienza**  
In questo quadrante si posizionano le tecnologie in grado di modificare e ottimizzare le modalità di distribuzione dei prodotti lungo la filiera. Non a caso a questa classe si può ricondurre l'utilizzo dei Veicoli Autonomi.
- ▶ **Natura: Informatica / Area: Efficienza**  
Infine, tra le tecnologie abilitate da soluzioni informatiche in grado di garantire un maggiore controllo e supporto delle attività logistiche troviamo la Realtà aumentata e qualche applicazione marginale di IoT & Analytics.

La dimensione delle bolle è direttamente proporzionale all'impatto atteso delle aree tecnologiche: la Stampa 3D è considerata trasversalmente da tutte le fonti analizzate la tecnologia maggiormente significativa, con un impatto potenziale non trascurabile. Al confronto, gli effetti stimati per l'area IoT & Analytics risultano essere più contenuti, ma comunque abbondantemente diversi da zero. Con riferimento all'efficientamento delle attività logistico-produttive, le aree tecnologiche dei Veicoli Autonomi e della Realtà Aumentata possono essere considerate (ad oggi) all'incirca equiparabili.

Nel proseguo verranno descritte le 4 aree tecnologiche prescelte, riportando per ognuna una breve definizione del paradigma tecnologico ed una descrizione degli ambiti applicativi nei quali può essere impiegata, facendo emergere infine i principali benefici ed elementi ostativi alla diffusione.



### 2.3.1. Stampa 3D

#### Cosa è e come funziona

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 (*layer by layer*), il prodotto finito.

#### Ambiti applicativi e casi industriali di successo

- **Prototipazione rapida & pre-serie**

In questo caso il processo additivo viene utilizzato per la realizzazione di prototipi, con cui effettuare valutazioni estetiche, funzionali, morfologiche, ergonomiche, etc., dei modelli di prodotto. 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.

- **Produzione di componenti**

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. La tecnologia è *scale independent* e *complexity free*: ovvero, i costi di produzione non dipendono dalle quantità realizzate (per questo su larga scala non è ancora conveniente rispetto alle tecnologie tradizionali), e la realizzazione di prodotti complessi, con forme e geometrie articolate, non richiede maggiori sforzi / consumi.

- **Produzione on demand e on site (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%. In questo senso, la produzione potrebbe avvenire direttamente nei magazzini / transit point dotati di stampanti 3D. Avendo quindi a disposizione il file digitale del prodotto, e la stampante idonea per la sua realizzazione, anche altri attori della filiera (ad esempio quelli logistici), potrebbero produrre nell'hub più prossimo al punto di richiesta del prodotto stesso. Le applicazioni in questo campo, seppure molto affascinanti, sono ancora limitate a pochissimi casi, in ambito militare (**US Navy, Royal Air Force**), e logistico (**Maersk**).

Benefici	Limiti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione dei tempi di prototipazione, produzione, time to test e time to market</li> <li>• Realizzazione di forme e geometrie non possibili con tecnologie tradizionali</li> <li>• Realizzazione economica di prodotti unici</li> <li>• Realizzazione diretta dei prodotti finiti senza (o quasi) 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensione dei pezzi realizzabili</li> <li>• 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> <li>• Certificazioni dei materiali e dei processi produttivi in cui sono impiegati</li> </ul>



### 2.3.2. Internet of things & Analytics

#### Cosa è e come funziona

Elemento peculiare della tecnologia IoT è che ogni oggetto possa scambiare in modo autonomo informazioni con gli oggetti circostanti, modificando il proprio comportamento in funzione degli input ricevuti. L'IoT si trova molto vicino al picco della curva delle aspettative di Gartner: si tratta cioè di un tema molto discusso, sebbene le applicazioni effettive siano ancora ridotte e i risultati richiedano ancora tempo prima di poter essere pienamente valutati. Gartner stima in 10 anni il periodo di maturazione definitiva, coerentemente con la necessità da parte dei provider di creare piattaforme, protocolli ed ecosistemi di sviluppo integrati e diffusi globalmente, in grado di garantire la sicurezza dell'interazione tra gli oggetti.

L'applicazione diffusa di sensori, rilevatori e device mobili renderà ogni prodotto "intelligente", nel senso di:

- **Portare le informazioni:** portare con sé le informazioni lungo l'intera supply chain;
- **Raccogliere le informazioni** monitorare sé stesso e l'ambiente in *real time*;
- **Trasmettere le informazioni:** modificare il proprio funzionamento e la propria influenza sull'ambiente.

Nel momento in cui tutti gli oggetti saranno connessi alla rete e tra di loro, portando e scambiandosi informazioni in tempo reale, la mole di dati potenzialmente a disposizione delle imprese crescerà in modo esponenziale. Perché questi dati siano sfruttati a pieno, sono richiesti applicativi di **Big Data Analytics**.

#### Ambiti applicativi e casi industriali di successo

- **Servitizzazione**

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 relazione a quanto vengono effettivamente utilizzati dal cliente (*pay x use*), in funzione delle ore di disponibilità (*pay x availability*), oppure in base al rendimento garantito (*pay x performance*). Un ruolo chiave ce l'ha il ritorno delle informazioni dai clienti verso i produttori, 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 **Xerox** e di **Rolls Royce**.

- **Pianificazione delle attività produttive**

In questo ambito, la tecnologia permette di creare un collegamento tra il prodotto ed il processo che lo realizza. Grazie a sensori posti sui componenti in lavorazione, ogni unità lavorata fornisce dettagli sulle sue condizioni e sullo stato di lavorazione (temperatura, umidità, sollecitazioni subite, etc.), mettendole a disposizione dell'intera linea di produzione. Con queste informazioni, un'azienda può rilevare in tempo reale eventuali anomalie del processo produttivo, intercettando in modo tempestivo eventuali prodotti fuori standard e riducendo gli sprechi e i magazzini di linea.

- **Pianificazione dei materiali**

L'IoT facilita il **controllo** e la **tracciatura dei flussi** dei prodotti sia all'interno sia all'esterno dell'azienda. Grazie alla visibilità sul consumo in *real time* dei prodotti da parte del consumatore finale, le aziende hanno a disposizione una banca dati sempre aggiornata, grazie a cui rendere più affidabile il proprio processo di previsione e pianificazione della domanda e dei materiali. Questo ha un impatto diretto su quanto deve essere prodotto (e quando), per essere reso disponibile al cliente, bilanciando il trade off tra costo e servizio.

- **Tracciabilità e rintracciabilità dei prodotti**

All'aumentare delle richieste e delle esigenze da parte del consumatore finale di conoscere come, dove e quando è stato realizzato un determinato prodotto, cresce anche l'interesse verso tecnologie che possano supportare le aziende nel rintracciare queste informazioni in modo rapido. Oltre a tag e sistemi RFID, ogni prodotto movimentato può essere dotato di sensori in grado di rilevare le proprie condizioni durante l'intero trasporto. Operatori logistici globali come **Amazon** e **FedEx**, hanno messo a punto sistemi in grado non solo di tracciare la posizione di ogni singolo articolo, bensì di comunicare ai destinatari anche le condizioni (temperatura, umidità, sollecitazioni, etc.) in cui sta avvenendo il trasporto.

#### Benefici

- Tracciabilità dei materiali / prodotti lungo la filiera
- Monitoraggio delle condizioni d'uso dei prodotti
- Verifica delle condizioni di mantenimento dei prodotti
- Condivisione delle informazioni tra i partner della filiera
- Verifica e autoregolazione dei consumi dei macchinari
- Sviluppo di politiche di service e manutenzione specifiche per cliente

#### Limiti

- Le capacità necessarie per la realizzazione di dispositivi intelligenti, risiedono abitualmente al di fuori delle competenze degli operatori e dei produttori di dispositivi tradizionali
- Le attuali applicazioni sono state implementate in versioni create ad hoc, utilizzando diversi standard per lo sviluppo e il deployment
- Il mercato IoT è composto da diversi settori le cui applicazioni tendono ad avere poco in comune, rendendo le soluzioni difficilmente scalabili



### 2.3.3. Realtà aumentata

#### Cosa è e come funziona

La Realtà Aumentata, a differenza della “sorella” realtà virtuale, 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 all’entrata in campo di aziende come **Google** e **ReconJet**, che hanno deciso di investire su questa tecnologia soprattutto per lo sviluppo di soluzioni in ambito consumer, con la commercializzazione dei famosi *google glasses*.

#### Ambiti applicativi e casi industriali di successo

- **Service / Manutenzione**

Si pensi alla possibilità di dotare gli operatori del post-vendita di visori di realtà aumentata, in grado di indirizzarli nelle operazioni di manutenzione (che si tratti di un grande impianto produttivo, oppure 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. **BMW**, **Mitsubishi Electric** e **Boeing** stanno lavorando da tempo in questa direzione.

- **Logistica**

All’interno del processo logistico di una qualsiasi azienda, la realtà aumentata potrebbe essere specificatamente impiegata nell’ottimizzazione delle attività di Picking e Magazzinaggio. Tra i costi di gestione delle scorte (stoccaggio fisico, movimentazione interna, immobilizzo finanziario, etc.), i costi delle attrezzature e del personale arrivano anche al 15% dei costi totali aziendali<sup>15</sup>. Di questi, circa il 50% può essere ricondotto alle sole attività di picking. La realtà aumentata potrebbe guidare gli operatori di magazzino, indirizzandoli verso le scaffalature dove si trovano i prodotti presenti sulla lista di picking. In pratica, l’operatore si troverebbe ad essere guidato in tutte le sue attività: il sistema visivo di realtà aumentata indicherebbe quale prodotto deve essere prelevato e la sua ubicazione nel magazzino; inoltre, tramite un insieme di elementi visivi (freccie ed indicatori), l’operatore sarebbe guidato sino alla posizione dove si trova. Grazie alla lettura del barcode il sistema registrerebbe in automatico l’informazione sul sistema gestionale, che rilascerebbe tutti i documenti necessari alla spedizione del carico (DDT, fattura verso cliente, etc.). **Knapp** ha presentato nel 2014 un sistema di prelievo di tipo ottico, che semplifica e rende più efficiente la ricerca e l’identificazione dei prodotti, facilitando l’operatore nell’acquisizione di tutte le informazioni necessarie a tracciare il prodotto prelevato. Altre aziende, come **SAP** e **JoinPad**, si stanno muovendo nella stessa direzione. In sintesi, i principali benefici sono: minori tempi di ricerca del materiale all’interno del magazzino, riduzione degli errori di prelievo e di lettura da parte dell’operatore, eliminazione delle attività di data entry manuale da parte degli operatori, riduzione delle attività di training e formazione.

- **Marketing / Vendite**

Le soluzioni di realtà aumentata possono ridurre la distanza tra il produttore ed il cliente, permettendo a quest’ultimo di testare virtualmente per esempio la presenza di un nuovo mobile all’interno della propria stanza (**IKEA**), un nuovo paio di occhiali da sole direttamente sul viso (**E-Bay**), oppure il funzionamento e l’ergonomia di un rasoio elettrico (**BRAUN**).

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</li> <li>• Aumento della <i>customer experience</i></li> <li>• Aumento dell’efficacia / efficienza delle operazioni di picking e allestimento ordini</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il posizionamento preciso dell’operatore, unitamente alla necessità di adattare le informazioni sovrapposte a quanto effettivamente inquadrato</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 <i>wearable</i></li> </ul>

<sup>15</sup> De Koster, René et.al. (2006). “*Design and control of warehouse order picking: A literature review.*” European Journal of Operational Research. 182(2): 481–50



### 2.3.4. Veicoli autonomi

#### Cosa è e come funziona

Perché un veicolo sia definito autonomo (o semi-autonomo) sono richieste componenti sia hardware sia software affidabili ed estremamente performanti. Dal punto di vista delle strumentazioni, i veicoli autonomi necessitano di sensori di prossimità, video camere, radar e lidar, attuatori per il movimento di sterzo e controllo dei freni, e di dispositivi per la connessione in rete; dal punto di vista informatico sono invece richieste interfacce uomo-macchina, sistemi operativi e sistemi di calcolo molto avanzati<sup>16</sup>. Spesso, la commistione di sistemi hardware e software con livelli così elevati di prestazioni, ricade all'interno dell'ambito della cosiddetta **Intelligenza Artificiale**. L'Intelligenza Artificiale studia i fondamenti teorici, le metodologie e le tecniche che consentono di progettare sistemi hardware e sistemi di programmi software capaci di fornire all'elaboratore elettronico prestazioni che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana. Secondo Gartner il tempo necessario per la maturazione di questo ambito è di circa 10 anni, anche se altre fonti prevedono tempi ancora più lunghi, in relazione ai numerosi limiti ancora presenti, soprattutto in ambito legislativo.

#### Ambiti applicativi e casi industriali di successo

Questi nuovi sistemi di *driveless car* (macchine senza guidatore), rappresentano prodotti rivoluzionari in cui diverse tecnologie lavorano sinergicamente per la realizzazione delle funzionalità del prodotto: tra sensori di velocità, di prossimità, radar, laser, videocamere, localizzatori GPS (e molti altri), si possono contare quasi 100 dispositivi (oggetti) presenti sulla macchina, in grado di raccogliere informazioni, scambiarle con l'elemento di analisi (dotato di intelligenza artificiale), da cui derivano poi i movimenti della macchina. La macchina dovrà elaborare di volta in volta processi inferenziali, in grado di comprendere che l'ostacolo che le si pone dinnanzi è un dissuasore di velocità, piuttosto che un cane, agendo in modo quindi differente. Un esempio estremamente noto (forse perché uno dei primi che ha avuto ampio spazio sui media) è rappresentato dalle macchine a guida autonoma di **Google**. Oltre a Google, altre aziende che stanno sperimentando veicoli a guida autonoma sono **Volvo, Daimler, Audi**. Naturalmente, oltre all'ambito consumer, anche tutti i processi per la movimentazione di merci potrebbero essere soggetti all'introduzione di sistemi a guida autonoma, sia per le attività di logistica indoor sia per quella outdoor.

Benefici	Limiti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione dei tempi di consegna</li> <li>• Riduzione del costo di movimentazione per Km del 40%</li> <li>• Riduzione dei consumi di carburante del 15% / 20%<sup>17</sup></li> <li>• Aumento della marginalità</li> <li>• Aumento della sicurezza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemi di gestione della traiettoria e rilevazione dell'ambiente circostante</li> <li>• Elevata potenza di calcolo richiesta agli elaboratori</li> <li>• Oltre alla disponibilità tecnologica, la diffusione di veicoli a guida autonoma richiede lo sviluppo di regolamentazioni specifiche in grado di gestire e normare le responsabilità in caso di incidente</li> </ul>

<sup>16</sup> *Revolution in the driver's seat. The road to autonomous vehicles.* BCG Consulting, Aprile 2015

<sup>17</sup> *DHL Self Driving Vehicles* - DHL - Ottobre 2014



### 3. METODOLOGIA E PERCORSO DELLA RICERCA

L'analisi, volta a stimare e definire un plausibile range di quali potranno essere gli impatti economici legati alla diffusione delle nuove tecnologie sulle attività produttive del nostro paese, e di conseguenza sulle attività degli operatori logistici, ha previsto un percorso di sviluppo rigoroso, supportato da svariate autorevoli fonti.

Nello specifico, il percorso adottato si compone di 3 macro fasi di lavoro, caratterizzate via via da un crescente livello di dettaglio e approfondimento delle stime elaborate (dapprima qualitative, poi quali-quantitative, infine quantitative), tale per cui per affinamenti successivi è stato possibile arrivare a definire valori credibili. In Figura 6 sono proposti i principali step della ricerca, valutando per ognuno le attività svolte, le fonti utilizzate e i risultati raggiunti.

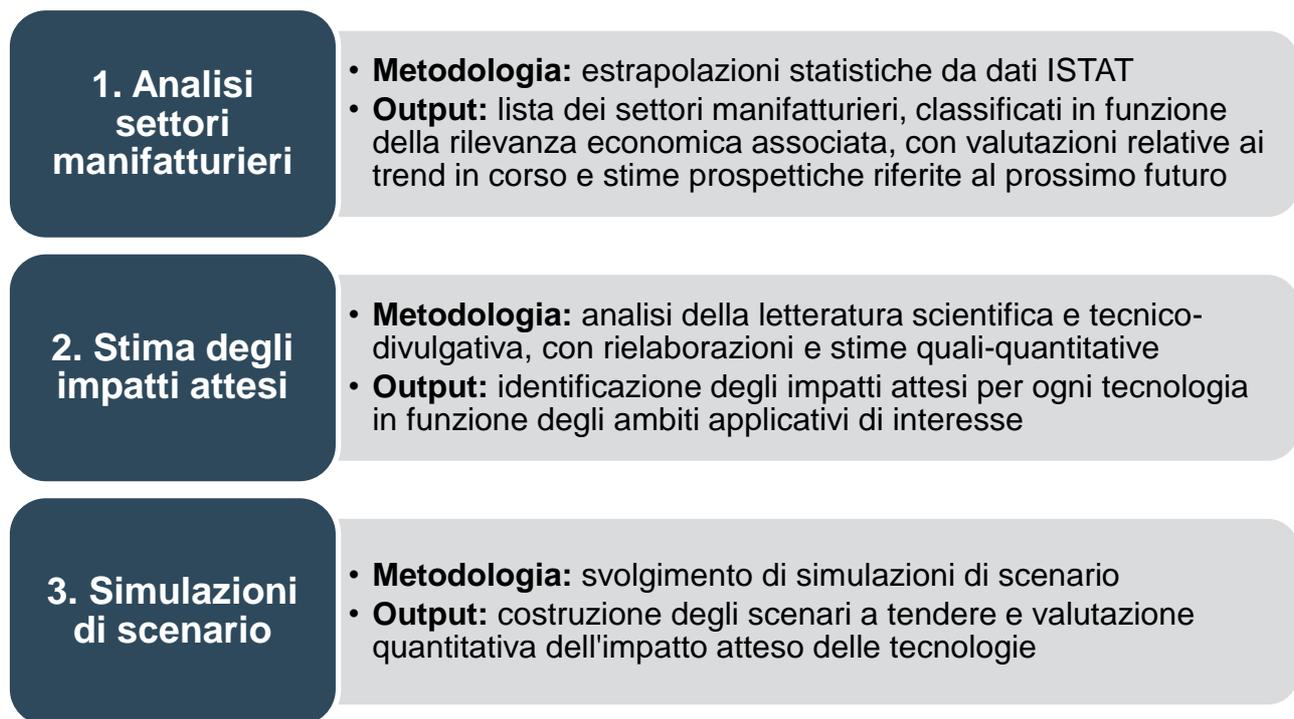


Figura 6 - Step della ricerca

#### 3.1. Analisi dei settori manifatturieri

##### 3.1.1. Metodo

Tale fase ha previsto l'identificazione per ogni settore manifatturiero del **Valore della Produzione Movimentata** (nel seguito: "VdP Movimentata") in Italia. I settori manifatturieri considerati sono riconducibili alla classificazione ATECO utilizzata dall'ISTAT per raccogliere e classificare le attività produttive nazionali. Il focus è stato dedicato alle sole attività manifatturiere (settore C); il livello di dettaglio delle analisi si è spinto sino al primo livello del codice ATECO, rivolgendosi in tutto a 24 settori industriali.

Il VdP Movimentata comprende, settore per settore, la valorizzazione economica dei prodotti **realizzati** dalle aziende italiane e la valorizzazione economica dei prodotti **importati** dall'estero. In questo modo, si riesce a considerare la merce complessivamente movimentata sul nostro territorio, quindi potenzialmente coinvolta nella riconfigurazione delle attività logistico-produttive (legata alla diffusione delle nuove tecnologie digitali).



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?



Figura 7 - Definizione di “VdP Movimentata”

La scelta di adottare una variabile economica come il *valore della produzione*, e non per esempio variabili riconducibili ai volumi generati, è ricondotta alla necessità di disporre di valori omogenei nei diversi comparti manifatturieri. La traduzione in euro della produzione generata (e poi movimentata), consente effettivamente di lavorare con una sola unità di misura, a fronte di volumi misurati a seconda dei casi in pezzi, litri o chilogrammi. Va anche considerato che solo il valore della produzione è risultato realmente rilevato per tutti i settori di interesse, mentre i volumi erano talvolta assenti nelle banche dati dell'ISTAT.

### 3.1.2. Evidenze empiriche

L'obiettivo di questa prima fase di lavoro è stato quello quantificare e valorizzare le attività industriali di ogni comparto manifatturiero, identificando di conseguenza il peso specifico di ognuno all'interno dell'economia italiana.

Come si evince dalla Figura 8, la variabile VdP Movimentata assume un valore pari a circa 4.000 miliardi di €, di cui il 29% legato ad importazioni. Tale valore appare coerente con il PIL dell'Italia, pari a circa 2.000 miliardi di €; al riguardo è bene ricordare che il PIL considera un sottoinsieme delle transazioni considerate all'interno di VdP Movimentata, che comprende tutti gli scambi di prodotti tra gli attori di una certa filiera.

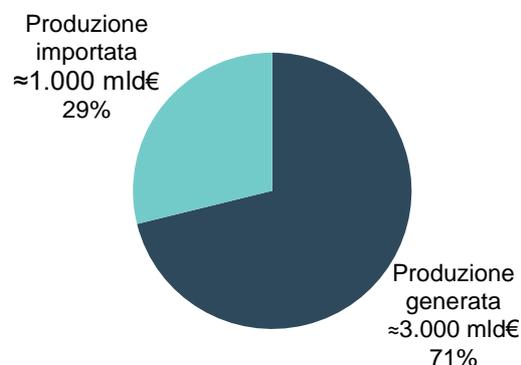


Figura 8 - Ripartizione del Valore della Produzione Movimentata

In Figura 9 sono rappresentati i 9 comparti manifatturieri che concorrono a realizzare circa il 70% del totale di VdP Movimentata. Sebbene nel proseguo delle analisi verrà considerata la totalità dei settori, appare evidente come l'impatto di una tecnologia su uno



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

dei settori presenti in figura, avrà un peso maggiore rispetto all'impatto generato sui restanti comparti minoritari (a parità di magnitudo attesa).

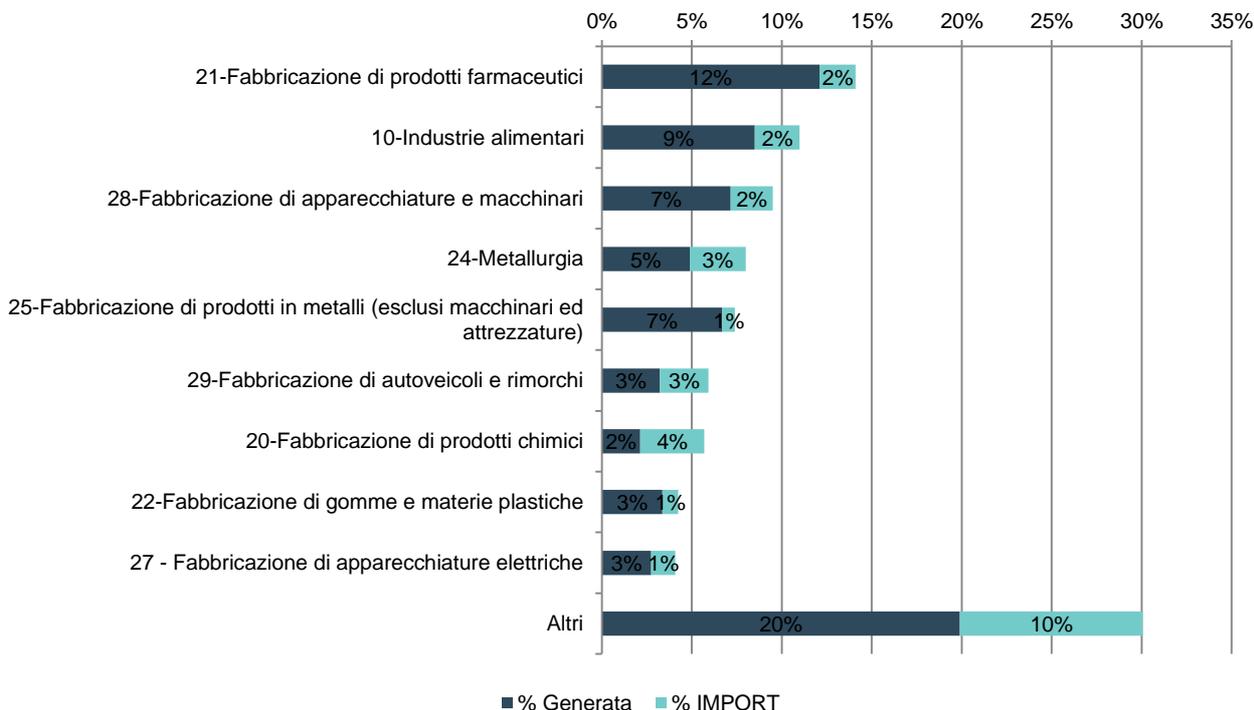


Figura 9 - Ordinamento dei settori manifatturieri in funzione di VdP Movimentata

## 3.2. Stima degli impatti attesi

### 3.2.1. Metodo

Come già accennato in precedenza, non esistono ad oggi ricerche che si siano spinte nella realizzazione di stime quantitative di dettaglio degli impatti delle nuove tecnologie digitali sulle attività logistico-produttive. Ad ogni modo, è stato necessario effettuare un'approfondita ricerca di tutti i lavori disponibili che, pur con diversi approccio e livello di dettaglio, trattassero e discutessero le applicazioni delle tecnologie di nostro interesse sui processi manifatturieri.

È stata così costruita una base dati significativa, opportunamente classificata, con lo specifico obiettivo di tracciare (eventuali) stime quantitative e/o considerazioni qualitative, utili per definire successivamente con maggiore dettaglio da parte degli autori, gli impatti attesi sui diversi settori industriali delle tecnologie in target.

Se, come ci si poteva attendere, la gran parte di questi contributi non sono poi stati particolarmente utili nell'identificare parametri e soglie numeriche, hanno comunque tutti contribuito alla creazione della consapevolezza di quali potessero essere gli ambiti applicativi di effettivo interesse delle tecnologie in esame.

Ancora più nel dettaglio, la metodologia adottata per la creazione delle stime numeriche ha previsto 5 differenti fasi, come illustrato in Figura 10.



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?



Figura 10 - Step metodologici per la stima degli impatti

Nel seguito del documento sono esposte le procedure adottate ed i risultati ottenuti per ciascuna delle due tecnologie il cui impatto è direttamente legato ai volumi realizzati: Stampa 3D e IoT & Analytics.

### 3.2.2. Evidenze empiriche

#### 3.2.2.1. Intensità dell'impatto generato

A valle di un'approfondita analisi bibliografica delle pubblicazioni inerenti la *Stampa 3D* ed il mondo *IoT & Analytics* (circa 40 contributi presi in esame), è stato identificato un contributo principale, nel quale sono riportate considerazioni quantitative circa l'impatto delle tecnologie sulle attività produttive. Tale pubblicazione, globalmente nota, è considerata da molti analisti uno dei *pillars* della letteratura sul tema: si tratta del report di McKinsey, realizzato nel novembre del 2013, dal titolo *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. McKinsey conia in questo report il termine *disruptive*, da associare alle nuove tecnologie emergenti. Rispetto ad altri contributi, anche più recenti, l'articolo ha il pregio di stimare gli impatti economici attesi a seguito delle implementazioni pratiche di 10 tecnologie nel prossimo decennio, suddivise per ambito applicativo e/o settore.

Con riferimento alla Stampa 3D, l'articolo propone 4 ambiti applicativi nei quali possono manifestarsi gli impatti attesi, come esplicitato in Tabella 1.



Ambito	Impatto stimato [€]	Impatto stimato [% prodotti]	Anno di manifestazione	Settori citati
<i>complex, low-volume parts in transportation</i>	120 billion/year	30%-50% dei prodotti in target	2025	Highly complex, low-volume, highly customizable parts (medical implants and engine components)
<i>complex, low-volume items such as implants and tools</i>	80 billion/year	30%-50% dei prodotti in target	2025	Highly complex, low-volume, highly customizable parts
<i>sales of consumer products that might be 3D printed</i>	100-300 billion/year	5%-10% dei prodotti in target	2025	Toys, accessories, jewelry, footwear, ceramics, and simple apparel
<i>injection-molded plastics</i>	30-50 billion/year	30%-50% stampi per prodotti polimerici	2025	Molds, tools

**Tabella 1- Intensità impatti attesi per la Stampa 3D**

Nella colonna *Ambito* viene evidenziato il campo delle applicazioni della tecnologia a cui è possibile associare una qualsiasi forma di ritorno economico per le imprese che la utilizzano, dettagliato poi in termini quantitativi nelle colonne successive della tabella. L'impatto economico (*Impatto stimato [€]*) è valutato considerando i benefici generati verso le imprese manifatturiere, in termini di risparmi legati alla realizzazione di prodotti complessi e personalizzati. Per questa ragione, i valori riportati **non sono direttamente riconducibili ai volumi generati & movimentati**, e di conseguenza non è opportuno prenderli a riferimento come valore utile per la definizione delle stime obiettivo della ricerca. La colonna *Impatto stimato [% prodotti]* considera invece la quota parte di prodotti realizzati dai settori considerati potenzialmente impattabili dalla tecnologia: queste stime sono quindi **direttamente riconducibili ai volumi generati & movimentati**, divenendo quindi il primo valore quantitativo impiegato nelle successive elaborazioni.

Oltre a questa informazione, il rapporto fornisce anche indicazioni in merito a **quando** ci si attende che queste stime possano manifestarsi, e per quali settori. Nell'ultima colonna della tabella sono elencati i macro-comparti per i quali ci si attende che la tecnologia potrà impattare con la magnitudo espressa nella colonna *Impatto stimato [% prodotti]*.

Con riferimento all'ambito IoT & Analytics, le informazioni proposte dal report McKinsey sono strutturate nella medesima maniera, anche se naturalmente fanno riferimento ad ambiti applicativi e comparti industriali che possono essere differenti. In Tabella 2 sono riportate le valutazioni per questa tecnologia.

Ambito	Impatto stimato [€]	Impatto stimato [% prodotti]	Anno di manifestazione	Settori citati
<i>Monitor the flow of inventory around factory floors or between different workstations, reducing work-in-progress inventory levels</i>	900 billion 2,3 trillion \$	2,5 - 5% saving in operations e input efficiencies	2025	TUTTI

**Tabella 2- Intensità impatti attesi per IoT & Analytics**



Nuovamente, si è deciso di utilizzare come stima degli impatti della tecnologia sui settori industriali il valore definito nella colonna *Impatto stimato [% prodotti]*, in quanto direttamente riconducibile ai volumi prodotti. In questo caso, l'unico ambito realmente di interesse per la ricerca, si declina nella possibilità di utilizzare le informazioni raccolte da sensori & tag posizionati in modo pervasivo sui prodotti, lungo i processi produttivi e all'interno delle filiere logistiche, per controllare e monitorare i livelli di scorte e gestirli in funzione dei reali consumi da parte dei clienti finali (cfr. *Internet of things & Analytics*).

Elemento differente rispetto a quanto riportato per la Stampa 3D, è la trasversalità delle applicazioni della tecnologia: in questo caso, anche se con diverse entità (discusse successivamente), tutti i settori e comparti manifatturieri possono essere impattati dalla diffusione della tecnologia, e nessuno ne rimarrà totalmente immune.

### 3.2.2.2. Velocità di diffusione della tecnologia

Coerentemente con gli obiettivi della ricerca, volti ad eseguire delle fotografie non solo nel medio-lungo periodo (10 anni da oggi), ma anche ad intervalli più ravvicinati, si è reso necessario valutare il tasso di crescita e diffusione di ciascuna tecnologia, in funzione, anche, del livello di maturazione della stessa ad ora. Appare infatti chiaro come gli impatti attesi dalle fonti prese in considerazione per le due tecnologie per l'anno 2025, dovranno essere in qualche misura calmierati per valutarne gli impatti più a breve nel tempo.

Le tecnologie considerate, proprio perché non ancora mature, sono soggette ad una notevole variabilità, che si riflette anche nelle stime di crescita; ogni anno queste proiezioni vengono riviste e rielaborate, e non è infrequente che le differenze rispetto alle precedenti siano molto evidenti. Se poi si considerano stime di analisti differenti, le viste sono ancor più spesso distanti tra loro.

Per cercare di mediare a questa variabilità, si è deciso di collezionare le stime elaborate dai principali centri di ricerca ed enti di consulenza, verificando le stime proposte e ricercando quella/e che potesse/potessero essere effettivamente più credibile/i.

In Tabella 3 sono riportate le indicazioni proposte da numerose fonti con riferimento al dato di *Compound Annual Growth Rate (CAGR)* della Stampa 3D, ovvero del tasso di crescita annuo previsto della tecnologia. Le differenze che intercorrono tra i valori dell'indicatore CAGR possono essere dovute a diverse ipotesi alla base del calcolo dell'indice, per esempio ad un differente orizzonte temporale considerato (Wohlers considera l'orizzonte 2013-2020, mentre Gartner il periodo 2015-2018).

Fonte	Parametro stimato	CAGR
Gartner	Valore complessivo del mercato	103%
<b>WOHLERS</b>	<b>VALORE COMPLESSIVO DEL MERCATO</b>	<b>17%</b>
Canalys	Valore complessivo del mercato	46%
Research & Markets	Valore complessivo del mercato	20%
IDC	Valore complessivo del mercato	60%
Wohlers	Valore degli equipaggiamenti	17%
Wohlers	Valore dei materiali	17%
Roland Berger	Valore complessivo del mercato metalli	14%

Tabella 3 – Tasso di diffusione della Stampa 3D



**Wohlers** è considerata la fonte più attendibile, in quanto da 25 anni monitora in modo specifico il mondo della Stampa 3D con report annuali di enorme successo. Per queste ragioni, rispetto ad altri operatori che si sono interessati alla tecnologia solo negli ultimi anni, Wohlers ha una maggiore conoscenza del mercato della stampa 3D, sia per l'ambito consumer sia per quello industriale. Secondo l'ultimo report disponibile, si stima che la tecnologia subirà una crescita (lineare) **per i prossimi 5 anni del 17%**.

Con riferimento al paradigma IoT & Analytics, il percorso di indagine è stato il medesimo. In questo caso le stime assolute possono variare molto significativamente. Secondo la visione di CISCO<sup>18</sup>, saranno 50 i miliardi di oggetti connessi alla rete nel 2020. Secondo Gartner<sup>19</sup> invece, il numero di device connessi sarà più credibilmente tra i 25 e i 30 miliardi.

Fonte	Parametro stimato	CAGR
BI INTELLIGENCE ESTIMATES 2014	DISPOSITIVI CONNESSI NEL MONDO	20%
Rapporto 2015 – Osservatorio Internet delle Cose	Dispositivi connessi in Italia	27%

**Tabella 4 – Tasso di diffusione dell'IoT & Analytics**

Nella Tabella 4 vengono riportate due viste sintetiche del tasso di crescita e diffusione della tecnologia. La prima è proposta dal centro di ricerca Business Insider, che propone delle proiezioni (dal 2015 al 2020) in cui il numero di oggetti connessi passerà dai 10 miliardi attuali a circa 25, con un tasso di crescita del **20% annuo per i prossimi 5 anni**. La seconda vista si focalizza solo sul contesto italiano, di cui l'Osservatorio Internet delle Cose del Politecnico di Milano riporta ogni anno l'andamento, senza però proporre delle previsioni per gli anni futuri. Anche per questo motivo, la scelta è ricaduta sulla stima di Business Insider.

### **3.2.2.3. Definizione degli scenari**

Con le informazioni a disposizione sino ad ora, sarebbe già possibile effettuare considerazioni in merito all'impatto delle due tecnologie nel 2025. Gli obiettivi della ricerca impongono però di effettuare delle considerazioni anche più a breve. Per questo motivo, nel seguito vengono descritte le fotografie intermedie a 2 e a 5 anni, ovvero per l'anno 2017 e per il 2020.

Prima di procedere a queste stime, è necessario riportare la magnitudo degli impatti stimati per il 2025 da McKinsey negli scenari a 2 e 5 anni. Ciò è possibile sfruttando l'informazione relativa al tasso di crescita e diffusione delle tecnologie (CAGR) selezionato in precedenza tra tutte le proiezioni disponibili. Tale valore può essere comparato ad un tasso di attualizzazione impiegato nella valutazione degli investimenti, in cui si attualizzano dei flussi di cassa futuri rispetto al loro valore odierno. Allo stesso modo, è possibile ripercorrere a ritroso gli impatti attesi per il 2025, identificando la quota parte che si potrà manifestare nel 2020 e nel 2017. Definendo quindi che nel 2025 si potranno manifestare a pieno gli impatti stimati da McKinsey e che le tecnologie cresceranno rispettivamente ad un ritmo del 17% e 20% annuo, si ricava quanto illustrato in Figura 11:

- ▶ Per la Stampa 3D si potranno manifestare nel 2020 circa la metà degli impatti attesi nel 2025 (46%), ed entro il 2017 circa il 28%;

<sup>18</sup> *The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything* – Cisco - Aprile 2011

<sup>19</sup> *The Internet Of Things: Mapping The Value Beyond The Hype* - Mc Kinsey - Giugno 2015



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

- ▶ Per l'IoT & Analytics, gli effetti saranno nel 2020 pari a circa il 40% di quelli stimati per il 2025, e di circa il 23% nel 2017.

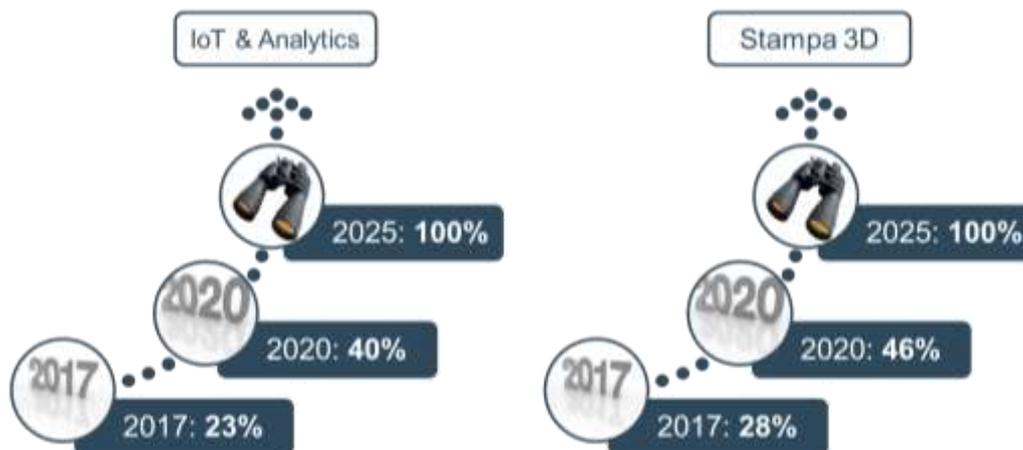


Figura 11 - Attualizzazione dell'impatto atteso

Con questa informazione, è possibile costruire tre differenti scenari: come impatteranno le tecnologia nel 2017, nel 2020 e nel 2025.

Unitamente all'elaborazione delle viste a 2-5-10 anni, si è deciso di realizzare una ulteriore ripartizione degli scenari, che possa tenere in considerazione la variabilità degli impatti stimati. Coerentemente con la difficoltà nell'eseguire delle stime precise sulla velocità di diffusione della Stampa 3D e dell'Internet delle Cose, gli analisti non hanno mai proposto delle stime puntuali degli impatti attesi, bensì hanno elaborato dei range. Riprendendo quindi i valori proposti da McKinsey in Tabella 1 e in Tabella 2, si può notare rispettivamente come la % di prodotti impattati ed il range dei savings proposti varino, anche in modo significativo, tra un valore minimo ed uno massimo.

Il valore minimo e quello massimo diventano i nostri riferimenti per lo scenario *cautelativo* e per quello *estremo* (Tabella 5 e Tabella 6).

Ambito	Impatto stimato [% prodotti]	Scenario cautelativo	Scenario estremo
1. complex, low-volume parts in transportation & implants and tools	30%-50% dei prodotti in target	30%	50%
2. sales of consumer products that might be 3D printed	5%-10% dei prodotti in target	5%	10%
3. injection-molded plastics	30%-50% stampi per plastica	30%	50%

Tabella 5 - Definizione degli scenari cautelativo ed estremo per la Stampa 3D

Ambito	Impatto stimato [% prodotti]	Scenario cautelativo	Scenario estremo
Monitor the flow of inventory around factory floors or between different workstations, reducing work-in-progress inventory levels	2,5 - 5% saving in operations e input efficiencies	2,5%	5,0%

Tabella 6 - Definizione degli scenari cautelativo ed estremo per l'IoT & Analytics

L'incrocio tra le 3 differenti viste temporali (2-5-10 anni) e le 2 legate alla magnitudo stimata degli impatti (*cautelativa ed estrema*), origina i 6 scenari complessivamente valutati per ciascuna tecnologia.



#### 3.2.2.4. Stima dei coefficienti riduttivi

Prendendo in considerazione la sola stima elaborata da McKinsey circa gli impatti delle tecnologie, si correrebbe il rischio di sovrastimare certi ambiti applicativi, e di sottostimarne altri. Per questo motivo, si è deciso di analizzare in maggiore profondità le reali implicazioni delle tecnologie in target con specifico riferimento ai volumi generati dal mondo dell'industria. Per ogni ambito applicativo rilevato da McKinsey, sono quindi state svolte ulteriori considerazioni<sup>20</sup> volte ad identificare quanto le stime del centro di consulenza potessero portare in termini di:

- Riduzione dei volumi generati dalle imprese, in funzione di maggiori efficienze organizzative, gestionali e produttive;
- Modifica dello stadio della filiera nel quale si realizza e concretizza la produzione del prodotto.

Appare infatti evidente come queste modifiche alla configurazione attuale delle aziende e delle filiere di distribuzione, siano i due principali effetti da valutare per poter definire i reali impatti delle tecnologie sulle attività degli operatori logistici. Nel proseguo verranno quindi esposti gli indicatori ed i coefficienti, grazie ai quali è stato possibile passare dalla stima general generica di McKinsey, a valutazioni di dettaglio per ogni comparto industriale di interesse.

##### 3.2.2.4.1. Stampa 3D

###### ▶ Ambito 1: Complex, low-volume parts in transportation & implants and tools

Notoriamente i prodotti complessi e personalizzati, cioè realizzati in volumi ridotti, sono quelli particolarmente indicati per l'applicazione di tecniche additive rispetto all'impegno delle tradizionali tecniche sottrattive. Questo perché la tecnologia additiva è *scale independent*, ovvero non sottostà al paradigma delle economie di scala: il costo per la realizzazione di un singolo prodotto, equivale al costo per la realizzazione di  $n$  prodotti.

Leggendo con attenzione quanto proposto da McKinsey, si evince come la quota parte di prodotti potenzialmente impattati dalla Stampa 3D sia legata a specifici settori, per i quali le caratteristiche di unicità e complessità dei prodotti garantiscono effettivamente benefici economici per le imprese nel passaggio da manifattura tradizionale a quella additiva. In particolare, tali benefici si declinano sia nella realizzazione da parte delle imprese di componenti/prodotti che verranno utilizzati in esercizio, sia nella produzione di parti di ricambio (Figura 12).

Traducendo tale valutazione con specifico riferimento agli impatti legati o alla riduzione dei volumi oppure alla modifica della configurazione della filiera logistico-produttiva, si è considerato quanto segue:

- Stampa 3D per la produzione di componenti finiti: l'utilizzo della Stampa 3D per la **produzione di componenti e prodotti utilizzati in esercizio** non determina automaticamente la riduzione della merce movimentata, né tantomeno una modifica sostanziale della filiera distributiva. Le aziende tali per cui i prodotti siano complessi, personalizzati o realizzati in bassi volumi, potranno utilizzare la stampa 3D per innovare i processi, ma non ridurranno le quantità di prodotti e nemmeno modificheranno lo stadio della filiera in cui avverrà la produzione.
- Stampa 3D per la produzione di parti di ricambio: l'utilizzo della Stampa 3D per la **produzione di parti di ricambio** è invece direttamente riconducibile ai volumi movimentati; in questo caso la tecnologia abiliterà le imprese a realizzare i prodotti /

---

<sup>20</sup> Tali considerazioni sono supportate talvolta da elementi bibliografici (ove disponibili), talvolta da stime elaborate dai ricercatori RISE grazie alle competenze acquisite su questi temi dopo diversi anni di studio e realizzazione di casi di studio empirici.



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

componenti più vicino al punto di consumo, riducendo i volumi complessivamente movimentati dagli operatori logistici.



Figura 12 - Analisi dell'ambito 1 degli impatti della Stampa 3D

L'applicazione della tecnologia a supporto della produzione diretta di componenti e prodotti, non genererà quindi un impatto diretto sui volumi; l'utilizzo di stampanti 3D per la realizzazione di parti di ricambio, vicino a dove sono richieste e solo quando sono richieste, avrà invece impatti significativi sui volumi generati e poi movimentati.

Secondo un recente studio<sup>21</sup>, le applicazioni per la produzione di componenti / assiemi, si suddividono in egual modo tra l'utilizzo per produzioni di primo impianto e realizzazione di parti di ricambio. Rispetto alla totalità degli impatti stimati da McKinsey con riferimento al primo ambito applicativo, viene quindi definito un coefficiente riduttivo pari al 50%: solo la metà delle applicazioni stimate avrà impatti diretti sui volumi prodotti e movimentati.

### ► Ambito 2: Sales of consumer products that might be 3D printed

Le stime proposte da McKinsey per questo ambito sono direttamente riconducibili ad un utilizzo diretto della tecnologia da parte del consumatore finale. Negli ultimi anni sempre più si è parlato della possibilità, per qualsiasi persona, casa, famiglia, di avere a disposizione tra qualche anno una stampante 3D, con cui poter realizzare una vasta gamma di prodotti. Tale concetto ha preso forma in diversi lavori, tra cui spicca quello di Chris Anderson (ex direttore della rivista Wired USA), che nel suo "*Makers. Il ritorno dei produttori. Per una nuova rivoluzione industriale*"<sup>22</sup>, ha coniato il termine *prosumer* (producer + consumer).

Evidentemente questo ambito è direttamente riconducibile ad una riduzione dei volumi prodotti dalle imprese e movimentati dagli operatori logistici: i consumatori saranno in grado, avendo a disposizione il file digitale del prodotto, di *darlo in pasto* alle stampanti e produrselo in casa, o in appositi centri vicino al punto di consumo (ad esempio, i Fablab).

Sebbene questo scenario di completa democratizzazione della produzione, in grado di giungere sino nelle case di ogni consumatore, sia teoricamente credibile (Gartner stima un periodo di maturazione di circa 10 anni), appare sensato debba essere opportunamente

<sup>21</sup> Moilanen, Jarkko, and Tere Vadén. "3D printing community and emerging practices of peer production." *First Monday* 18.8 (2013).

<sup>22</sup> *Makers. Il ritorno dei produttori. Per una nuova rivoluzione industriale* - Chris Anderson - 2013



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

ridimensionato negli scenari considerati dalla ricerca, anche in relazione alle viste di più breve periodo di interesse.

In primis, lo stato della tecnologia e dei materiali disponibili ad oggi a livello *consumer*, non permettono di poter replicare prodotti con elevate prestazioni fisico/meccaniche, riducendo di molto la quota parte di oggetti stampabili. Le tecnologie che arrivano sino alle case delle persone in questi anni appartengono alla classe *Fused Deposition Modeling*, in grado di lavorare (solo) alcuni polimeri e plastiche come ABS e nylon. In secondo luogo, è evidente come per i prodotti standard, tali per cui il cliente non richieda personalizzazioni, la produzione resterà in mano alle aziende produttrici, che manterranno la convenienza economica rispetto alle produzioni unitarie domestiche.

Se questi limiti tecnici & economici verranno sempre più ridotti grazie al continuo sviluppo delle tecnologie additive, c'è un ulteriore aspetto che impatterà sulla diffusione delle stampanti domestiche in futuro: la volontà del consumatore di comprarle, imparare ad utilizzarle, e sfruttarle a pieno.

Se gli aspetti di carattere tecnico ed economico è possibile ipotizzare siano stati già considerati da McKinsey nella stima del range dei prodotti che nel 2025 verranno realizzati dagli stessi consumatori, il tema della volontà da parte di questi ultimi di approcciare la tecnologia è stato certamente non considerato.

Da una ricerca del 2013<sup>23</sup>, emergono i dati presentati in Figura 13. Con riferimento agli orizzonti temporali presi in considerazione, è possibile ipotizzare che la quota di consumatori interessati alla tecnologia additiva sia crescente negli anni, in funzione della maturazione e dello sviluppo di nuovi materiali disponibili.

Con questa ipotesi di fondo, la presente ricerca considera quanto segue:

- Entro il 2017 la quota di utilizzatori sarà quella che già oggi esprime una volontà ferrea di utilizzarla (10%);
- Entro il 2020, alla quota precedente si sommeranno coloro che avevano espresso un'intenzione *molto probabile* (+10%), per un totale del 20%;
- Nel 2025, considerando che la tecnologia avrà raggiunto il suo apice evolutivo, oltre alle classi precedenti si considerano anche quelle relative ai consumatori che manifestavano volontà di utilizzo *probabile* e *poco probabile* (+45%), per un totale del 65% di utilizzatori coinvolti.

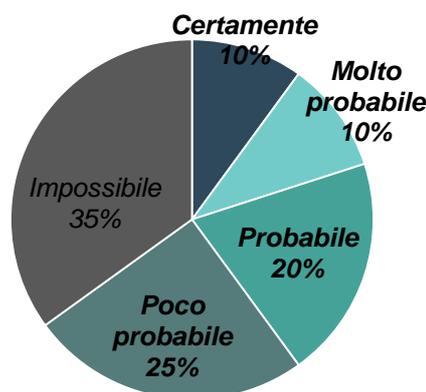


Figura 13 - Volontà di utilizzo della Stampa 3D domestica (Monkey Blog, 2013)

Più che ragionevolmente, il 35% dei consumatori, anche a fronte delle innovazioni tecnologiche che certamente avranno luogo, non utilizzerà mai la tecnologia.

<sup>23</sup> 3D Printers: A Fad or The Future? - Survey Monkey Blog - Giugno 2013 (≈ 400 rispondenti)



► Ambito 3: Injection-molded plastics

L'applicazione della tecnologia per la realizzazione di utensili, attrezzature e stampi, ovvero per la produzione indiretta di elementi a supporto della produzione di componenti e prodotti finiti, è riconosciuto come uno degli ambiti di maggiore interesse delle tecnologie additive. La produzione di stampi per Injection Molding è sicuramente uno di questi ambiti. Numerosi sono gli esempi di aziende<sup>24</sup> che, grazie alla tecnologia, hanno potuto produrre stampi più complessi, con canali di raffreddamento non realizzabili con tecnologie tradizionali di lavoro, in grado di aumentare le prestazioni del processo produttivo e dei prodotti lavorati. Secondo McKinsey, il 30%-50% degli stampi verrà prodotto con metodi additivi entro il 2025; ad ogni modo, tale modifica non genererà una riduzione dei volumi generati, nella misura in cui cambierà il processo produttivo di una quota parte di questi stampi. Per questo motivo, il coefficiente riduttivo applicato a tale ambito è il 100%.

Infine, è stato necessario associare a ciascun comparto manifatturiero di interesse l'ambito applicativo più opportuno tra i due illustrati, ovvero l'ambito 1 (produzione di componenti complessi, personalizzati ed in bassi volumi) e l'ambito 2 (spostamento della produzione di prodotti di largo consumo direttamente da parte del cliente).

Inoltre, visto il livello di approfondimento desiderato nella ricerca, che prevede di analizzare gli impatti delle tecnologie fino al primo livello del codice ATECO, i ricercatori RISE hanno ritenuto opportuno definire delle classi di **adattabilità delle tecnologia**. Con questo ulteriore parametro, è possibile definire la quota parte di aziende facenti parte di ciascun settore, nella quale si ritiene che la tecnologia possa effettivamente attecchire, escludendo quelle imprese che, seppure classificate con lo stesso codice ATECO, non beneficeranno degli effetti stimati.

In particolare, sono state identificate 4 differenti classi di adattabilità della tecnologia al settore. Da un'adattabilità *nulla* (le aziende non beneficeranno di nessuno degli ambiti applicativi descritti, in quanto le tipologie di prodotti realizzate non potranno essere, se non in misura davvero marginale, impattate dalla Stampa 3D) sino ad una adattabilità *alta* (le aziende appartenenti a questo settore potranno essere impattate dalla piena maturazione della tecnologia, in quanto i prodotti sono complessi, personalizzati, e realizzati in volumi molto ridotti). La mappa di questa classificazione è riportata in Figura 14.



Figura 14 - Adattabilità della Stampa 3D ai comparti ATECO

<sup>24</sup> La Stampa 3D e l'industria degli stampi. - Moreno Soppelsa - 2014



### 3.2.2.4.2. IoT & Analytics

#### ► Ambito 1: Reducing work-in-progress inventory levels

Rispetto al dettaglio con cui sono proposti da McKinsey gli ambiti applicativi per la Stampa 3D, per l'IoT & Analytics la fonte riporta un solo ambito, trasversale a tutti i comparti manifatturieri. Grazie alla possibilità di disporre di dati in tempo reale sui propri prodotti e sui propri processi, le aziende potranno efficientare le proprie attività, riducendo i propri costi operativi. Come sottolineato da McKinsey, l'applicazione della tecnologia al mondo manifatturiero può generare benefici in diversi modi: per esempio gestendo meglio il proprio parco macchine, le aziende possono ridurre i tempi di fermo e massimizzare l'operatività con un controllo da remoto, oppure, tracciando i propri consumi elettrici, le imprese potranno mettere in campo operazioni di *energy efficiency*. Di tutti questi possibili utilizzi, solo una quota parte degli impatti stimati è quindi legata ad una riduzione della merce movimentata: il posizionamento di sensori sui prodotti venduti, permette di ricavare informazioni preziose sull'utilizzo che ne viene fatto, garantendo una piena visibilità dei consumi che avvengono lungo la filiera. In questo modo le aziende dispongono di dati più precisi ed affidabili per **migliorare il proprio processi di pianificazione**. In altre parole, grazie all'accresciuta consapevolezza di come la merce viene consumata ed utilizzata dagli stadi a valle della filiera (sino al consumatore finale), le imprese possono **ridurre il livello delle scorte necessarie a garantire il livello di servizio desiderato**, schedulando la produzione al meglio in funzione della domanda del mercato.

Esempio eclatante di come, grazie all'utilizzo di dati (anche destrutturati) disponibili, sia possibile modificare e rendere maggiormente efficiente il proprio processo di pianificazione, è rappresentato dal caso di **Amazon**. Negli ultimi anni, grazie ad un sistema di raccolta dati in grado di memorizzare le ricerche effettuate, lo storico degli ordini, la lista dei desideri, i commenti sui social, etc., di ogni cliente, il colosso statunitense ha raggiunto un tale livello di efficacia del proprio processo previsionale, da potersi permettere di anticipare le richieste, posizionando i prodotti maggiormente in prossimità dei punti di consumo. Tale soluzione, detta *anticipatory shipping*, è abilitata da sistemi intelligenti (analytics), a cui vengono messi a disposizione enormi quantità di dati collezionati da tutte le fonti possibili (IoT).



Figura 15 - La soluzione di *anticipatory shipping* di Amazon



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

Elemento necessario perché si possano manifestare a pieno i benefici stimati da McKinsey con riferimento all'utilizzo della tecnologia per una migliore pianificazione ed una riduzione delle scorte, è la disponibilità in azienda di un sistema di raccolta ed analisi delle informazioni strutturato e rigoroso. Secondo una ricerca di Forrester Consulting<sup>25</sup>, solo il 55% delle aziende sarebbe intenzionata a sfruttare le soluzioni di IoT & Analytics per incrementare le performance dei propri processi di previsione e pianificazione. È possibile quindi stimare che, il 45% delle aziende non avrà nessun interesse (oppure molto limitato) nell'applicare la tecnologia a questo specifico ambito, non generando quindi nessun impatto sui volumi prodotti e movimentati.

Se per la Stampa 3D l'adattabilità della tecnologia è stata valutata in funzione di quale fosse la quota parte di aziende di ogni singolo comparto ATECO tale per cui i prodotti soddisfacessero i requisiti di complessità, personalizzazione e volumi (ridotti), con riferimento alla tecnologia IoT & Analytics l'adattabilità è stata valutata in funzione della modalità di risposta alla domanda del mercato. La modalità di risposta può essere declinata in diversi livelli, in funzione di dove avviene l'interazione tra cliente e produttore, e dove di conseguenza si posiziona il punto di disaccoppiamento delle attività, che rappresenta il confine tra ciò che si fa su base previsionale e quelle che invece si fa solo a fronte di ordine cliente. Per i prodotti di largo consumo, il punto di disaccoppiamento è posizionato al momento della spedizione/consegna del prodotto; all'estremo opposto troviamo invece i prodotti personalizzati, per i quali nulla (nemmeno l'ingegnerizzazione) viene svolto prima dell'ordine.



Figura 16 - Il modo di rispondere alla domanda (adattato da Wortmann, 1983<sup>26</sup>)

Ebbene, il modo di rispondere alla domanda è strettamente correlato all'adattabilità della tecnologia. È possibile infatti definire una correlazione diretta tra quanto un'azienda utilizzi il magazzino per rispondere alla domanda, e quanto sarà interessata nell'applicazione dell'IoT e dei sistemi di Analytics per ridurre l'entità, contenendo quindi i costi logistici. Le aziende che non necessitano del magazzino per rispondere alle richieste dei propri clienti, per esempio quelle che adottano un approccio *engineer to order*, non ricercheranno nella tecnologia la possibilità di prevedere meglio e pianificare con maggiore cura le proprie attività allo scopo di ridurre i materiali e le scorte. Al contrario, le aziende che lavorano in contesti Make To Stock (o simili), potranno trovare significativi benefici.

Alla luce di questo in Figura 17 è riportata la mappa dell'adattabilità dei diversi comparti industriali alla tecnologia in esame.

<sup>25</sup> *Internet-Of-Things Solution Deployment Gains Momentum Among Firms Globally* – Forrester Consulting – Novembre 2014

<sup>26</sup> J.C. Wortmann, Chapter: "A classification scheme for master production schedule", in *Efficiency of Manufacturing Systems*, C. Berg, D. French and B. Wilson (eds) New York, Plenum Press 1983



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?



Figura 17 - Adattabilità dell'IoT & Analytics ai comparti ATECO

### 3.2.2.5. Incremento della merce movimentata

#### 3.2.2.5.1. Stampa 3D

La diffusione della tecnologia porterà con sé non solo aspetti negativi in termini di riduzione del volume di merce da movimentare, bensì anche delle **componenti positive**. Basti pensare che, per la manifestazione completa degli impatti stimati, dovranno necessariamente essere vendute moltissime stampanti, e dovrà essere distribuito un quantitativo elevato di materie prime per la produzione additiva dei prodotti richiesti.

Queste due voci, **mezzi fisici** (stampanti) e **materiali**, vengono considerate come le due componenti positive in termini di merce movimentata che possono essere associate alla diffusione della Stampa 3D. Wohlers e Roland Berger<sup>27</sup> propongono, unitamente al tasso di crescita della tecnologia (CAGR), anche l'indicazione di quanto e come potranno crescere il valore di materiali ed il numero di stampanti vendute.

Fonte	Voce	UdM	Stima	Anno
Wohlers	Materiali	Billion \$	9,3	2020
	Macchinari		5,3	

Figura 18 - Previsioni di crescita del mercato delle stampanti 3D

Secondo Wohlers (ancora una volta la più autorevole delle fonti, parlando di Stampa 3D), il valore del mercato dei materiali per produzione additiva sarà nel 2020 pari a circa 9,3 miliardi di \$, mentre quello dei macchinari a 5,3 miliardi di \$. Considerando che l'Italia detiene (ad oggi) il 4%<sup>28</sup> delle stampanti globalmente vendute, è possibile individuare la quota parte Italiana di questi due valori. Per ottenere poi l'incidenza del mercato italiano nella viste a 2 (2017) e 10 (2025) anni, è possibile applicare il processo di attualizzazione già descritto in precedenza.

<sup>27</sup> *Additive manufacturing. A game changer for the manufacturing industry?* – Roland Berger – Novembre 2013

<sup>28</sup> *Wohlers report 2015*



#### 3.2.2.5.2. IoT & Analytics

Il numero di oggetti intelligenti sul mercato è stato presentato in Tabella 4. Elemento peculiare della tecnologia è la predisposizione su ogni oggetto di una serie di sensori, tag, rilevatori, attuatori, che permettono la sua connessione, e la possibilità di dialogare, ricevere e trasmettere informazioni da e verso l'ambiente circostante. Per ogni singolo prodotto intelligente realizzato, sono quindi necessari  $n$  diversi elementi. Per esempio, per ogni casa intelligente saranno necessari dai 50 ai 100 sensori; per ogni auto prodotta, verranno utilizzati almeno 100 rilevatori.

Seguendo le stime di mercato, appare evidente come le imprese che realizzano tali componenti, dovranno nei prossimi anni rispondere ad un aumento molto significativo della domanda, che richiederà la connettività per quasi 30 miliardi di dispositivi.

Secondo un recente studio di McKinsey<sup>29</sup>, la spinta dovuta alla crescita e alla diffusione del paradigma IoT sarà una delle più rilevanti per il settore della componentistica e dei semiconduttori. L'IoT spingerà in particolare le aziende di questo settore verso l'offerta di soluzioni (sensori & SW & sistemi di sicurezza), e non della sola componente hardware (chip e sensori stand alone). Sempre secondo McKinsey, questo farà crescere il settore di un 4% all'anno. Considerando che le aziende Italiane interessate sono classificate con l'etichetta del codice ATECO 26, è immediatamente svolto il conteggio di quanto potrà crescere il valore della produzione movimentata del comparto nei prossimi 2, 5 e 10 anni.

### 3.3. Sintesi del percorso metodologico

Il percorso di analisi adottato ha seguito una logica *top-down*, partendo da stime quantitative elaborate da fonti autorevoli, per poi applicare affinamenti successivi tali da calare queste stime nello specifico tessuto industriale Italiano.

Dai benefici associati alla diffusione delle tecnologie in target, i ricercatori RISE hanno approfondito ogni ambito applicativo proposto, isolando la sola quota parte di impatti direttamente riconducibili ai volumi prodotti e movimentati.

Considerando quindi gli impatti attesi in termini di volumi di merce prodotta e movimentata, tramite un percorso di attualizzazione sono state realizzate differenti viste temporali, tali per cui fosse possibile valutare l'impatto delle tecnologie nei prossimi 2, 5 e 10 anni, in funzione del tasso di crescita e maturazione delle stesse (CAGR).

Inoltre, queste differenti viste temporali sono state valutate sia in un contesto *cautelativo* (in cui è stato considerato il tasso di diffusione della tecnologia più ridotto tra quelli disponibili) sia in un contesto *estremo* (in cui sono state considerate le stime di crescita più elevate).

Infine, oltre agli impatti negativi in termini di volumi di merce prodotta e movimentata legati all'applicazione di queste nuove tecnologie, sono stati presi in considerazione anche gli incrementi legati alla loro diffusione, come riassunto in Figura 19.

---

<sup>29</sup> *Internet of Things: Opportunities and challenges for semiconductor companies* – MC Kinsey – Ottobre 2015



Figura 19 – Contributi positivi e negativi (vs. volumi) delle tecnologie in target

### 3.4. Simulazioni di scenario

Ultimo step del processo di analisi, è stata la valutazione quantitativa degli impatti delle tecnologie considerate, combinando in modo opportuno tutte le considerazioni effettuate in precedenza. È possibile sintetizzare nei due paragrafi successivi tutte le stime operate.

#### 3.4.1. Sintesi degli scenari per la Stampa 3D

Le valutazioni operate permettono di definire per ogni comparto e per ogni settore industriale la reale incidenza della tecnologia con specifico riferimento all'effetto netto di ridurre/incrementare i volumi prodotti e movimentati. È possibile sintetizzare in Tabella 7 e in Tabella 8 i coefficienti applicati per la valutazione dell'impatto complessivo della tecnologia, considerando i due ambiti applicativi di interesse, che possiamo definire *industrial* (Ambito 1) e *consumer* (Ambito 2), e i due differenti scenari in funzione della magnitudo degli stessi. L'applicazione di tali coefficienti al VdP movimentata (cfr. *Analisi dei settori manifatturieri*) garantisce l'identificazione degli impatti della tecnologia sui volumi prodotti e movimentati.

Scenario	Ambito 1: "industriale"			Ambito 2: "consumer"		
	2017	2020	2025	2017	2020	2025
<b>CAUTELATIVO</b>						
a. Attualizzazione	28%	46%	100%	28%	46%	100%
b. Impatto stimato (% di prodotti coinvolti)	30%	30%	30%	5%	5%	5%
c. Coeff. riduttivo (1: quota parte di applicazioni per parti di ricambio 2: quota parte di utilizzatori coinvolti)	50%	50%	50%	10%	20%	40%
d. Adattabilità del settore	Varia	Varia	Varia	Varia	Varia	Varia
<b>Impatto calcolato</b>	<b>a. * b. * c. * d. * VdP movimentata (per ogni settore ATECO)</b>					

Tabella 7- Percorso di applicazione dei coefficienti per lo scenario *cautelativo* della Stampa 3D



Scenario ESTREMO	Ambito 1: "industriale"			Ambito 2: "consumer"		
	2017	2020	2025	2017	2020	2025
a. Attualizzazione	28%	46%	100%	28%	46%	100%
b. Impatto stimato (% di prodotti coinvolti)	50%	50%	50%	10%	10%	10%
c. Coeff. riduttivo (1: quota parte di applicazioni per parti di ricambio 2: quota parte di utilizzatori coinvolti)	50%	50%	50%	10%	20%	65%
d. Adattabilità del settore	Varia	Varia	Varia	Varia	Varia	Varia
<b>Impatto calcolato</b>	<b>a. * b. * c. * d. * VdP movimentata (per ogni settore ATECO)</b>					

Tabella 8 - Percorso di applicazione dei coefficienti per lo scenario estremo della Stampa 3D

A queste stime riduttive, dovranno essere poi sommati gli incrementi descritti in precedenza.

### 3.4.2. Sintesi degli scenari per l'loT & Analytics

Così come per la Stampa 3D, è possibile sintetizzare la procedura di calcolo completa per la valutazione dell'impatto stimato della tecnologia IoT & Analytics, rispettivamente nello scenario cautelativo ed in quello estremo.

In Tabella 9 sono presentati tutti i coefficienti applicati.

	Scenario CAUTELATIVO			Scenario ESTREMO		
	2017	2020	2025	2017	2020	2025
a. Attualizzazione	23%	40%	100%	23%	40%	100%
b. Impatto stimato (% di risparmio possibile con riferimento alle operations aziendali)	2,5%	2,5%	2,5%	5,0%	5,0%	5,0%
c. Coeff. riduttivo (quota parte di aziende interessate a modificare il processo di pianificazione e previsione)	55%	55%	55%	55%	55%	55%
d. Adattabilità del settore	Varia	Varia	Varia	Varia	Varia	Varia
<b>Impatto calcolato</b>	<b>a. * b. * c. * d. * VdP movimentata (per ogni settore ATECO)</b>					

Tabella 9 - Percorso di applicazione dei coefficienti per la tecnologia IoT & Analytics



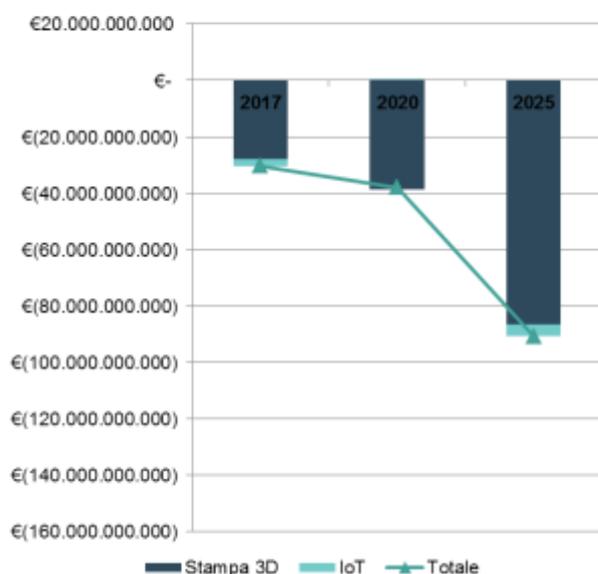
### 3.4.3. Visione d'assieme

Aggregando i contributi negativi e positivi delle due tecnologie, si ottengono precise indicazioni su quanto queste potranno effettivamente impattare sulle attività manifatturiere, nello scenario cautelativo ed in quello estremo.

In una visione d'insieme non segmentata per codice ATECO, i messaggi principali (riassunti in Figura 20) sono sintetizzati di seguito:

- **In termini assoluti, l'impatto delle tecnologie non sarà trascurabile.** Anche nello scenario più cautelativo, l'impatto congiunto di stampa 3D e IoT & Analytics porterà ad una riduzione della merce movimentata per circa 100 miliardi di € nel 2025; in una vista meno prudentiale, tale riduzione potrà spingersi sino a circa 150 miliardi di €.
- **Anche nel breve periodo gli impatti non saranno irrilevanti:** nel 2017 è possibile stimare una riduzione del valore della produzione movimentata tra i 30 e i 50 miliardi di €, che diventeranno 40-60 nel 2020.
- Considerando che il valore della produzione movimentata registrato in Italia è pari a circa 4.000 miliardi di €, l'impatto delle tecnologie si traduce in una **riduzione percentuale tra il -2,3% ed -3,9% nel 2025.**
- **Il contributo della tecnologia IoT & Analytics sarà molto più limitato rispetto a quello della Stampa 3D.** Questo differente peso è legato alle valutazioni eseguite in merito all'incremento del volume di produzione movimentata dovuto alla crescita del settore della sensoristica. Tale apporto positivo è molto significativo, tale da (quasi) pareggiare i contributi negativi. Cosa che al contrario non si prevede accadrà con la stampa 3D, il cui contributo negativo sarà di molto maggiore rispetto a quello positivo.

#### Scenario cautelativo



#### Scenario estremo

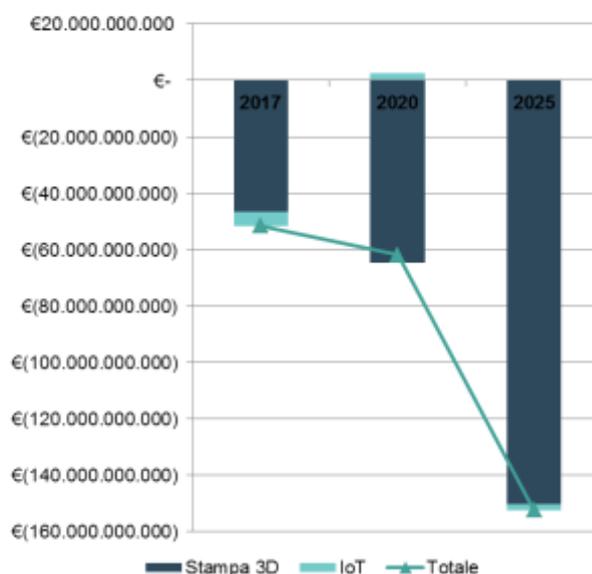


Figura 20 – Impatto stimato cumulato (riduzione del VdP mov. [€])

Nei prossimi paragrafi verranno descritti con maggiore dettaglio gli effetti delle singole tecnologie, proponendo inoltre delle valutazioni suddivise per comparto manifatturiero.

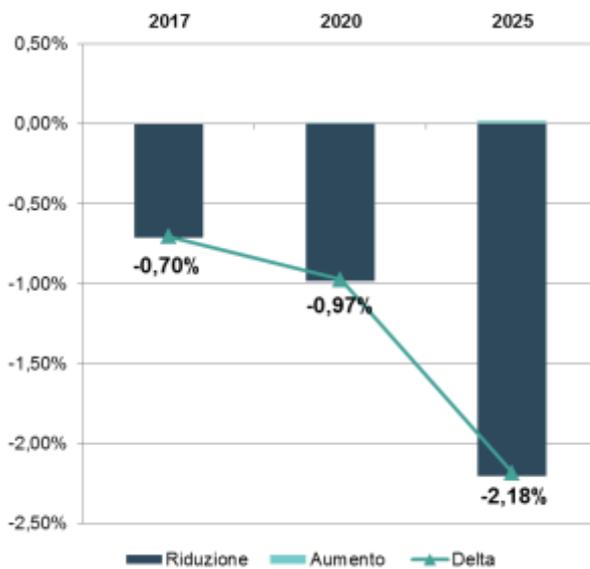


### 3.4.4. Impatto stimato della Stampa 3D

Nella Figura 21 e nella Figura 22, sono riportate le incidenze assolute e percentuali associate alla Stampa 3D sul Valore della Produzione movimentata in Italia, rispettivamente per lo scenario cautelativo e per quello estremo. Le evidenze principali possono essere così riassunte:

- Nello **scenario cautelativo** si stima che la tecnologia genererà una **contrazione dei volumi** della produzione movimentata, dello 0,8% da qui a 2 anni, sino ad un 2,2% entro il 2025. In termini assoluti, significa una riduzione del valore della produzione movimentata rispettivamente di 30 e 90 miliardi di €.
- Nello **scenario estremo** all'incirca i valori raddoppiano. Tra 2 anni la tecnologia avrà ridotto il VdP movimentata di più di un punto percentuale (1,2%), mentre a 10 anni la riduzione sarà del 3,8%. In termini assoluti, significa una contrazione da 50 a 150 miliardi di €.
- Il **contributo positivo della tecnologia è di un ordine di grandezza inferiore rispetto al contributo negativo**. La diffusione delle stampanti e l'utilizzo dei materiali in input, risulta cioè quasi trascurabile rispetto all'effetto del decentramento della produzione fino al consumatore finale.

Impatto relativo (% su VdP mov.)



Impatto assoluto (€ VdP mov.)

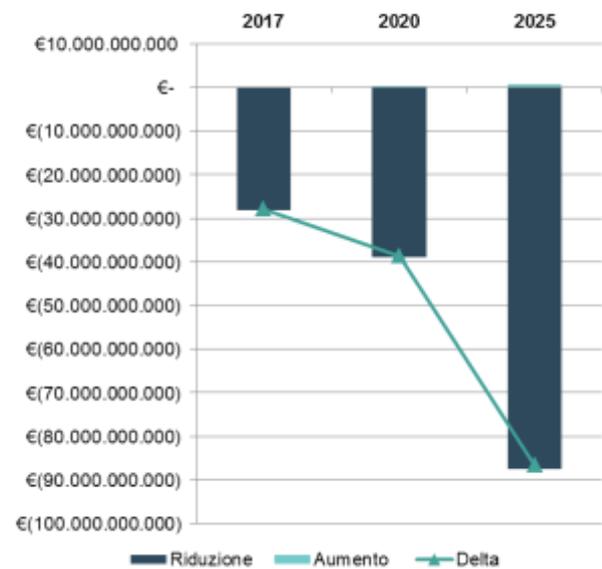
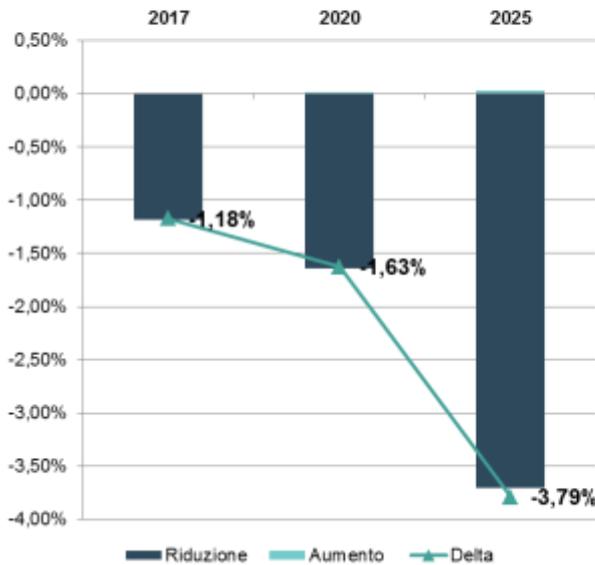


Figura 21 – Impatto stimato della Stampa 3D (scenario cautelativo)



### Impatto relativo (% su VdP mov.)



### Impatto assoluto (€ VdP mov.)

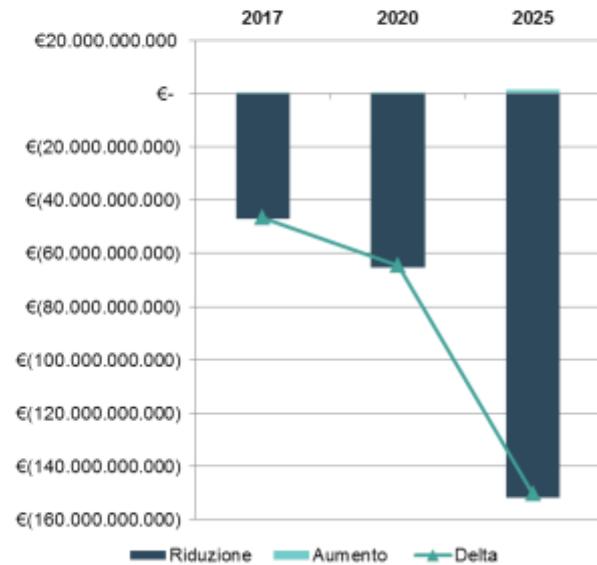


Figura 22 - Impatto stimato della Stampa 3D (scenario estremo)

### 3.4.5. Impatto stimato dell'IoT & Analytics

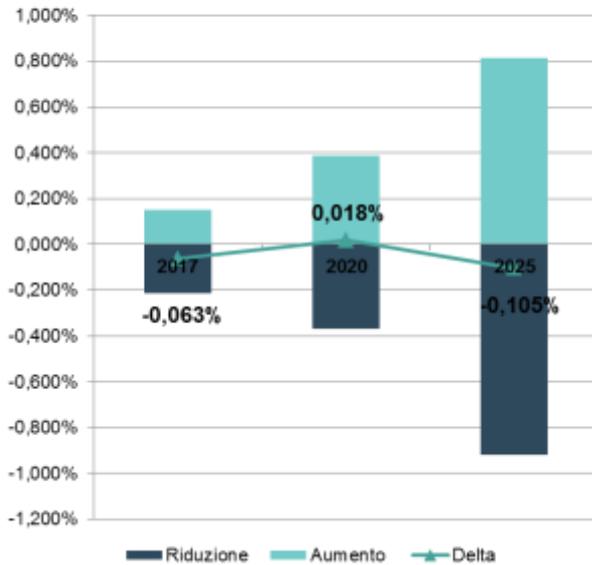
Così come per la Stampa 3D, nelle Figura 23 e Figura 24, sono riportati gli effetti positivi e negativi associati alle applicazioni della tecnologia IoT & Analytics. Le principali evidenze sono le seguenti:

- Come già accennato in precedenza, **il contributo della tecnologia sul Valore della Produzione movimentata è molto contenuto**. Tale effetto apparentemente marginale è in realtà dovuto ad un sostanziale pareggio tra la componente negativa e quella positiva. In altre parole, in termini di volumi globali, la possibilità di agire sul processo di pianificazione al fine di ridurre l'incidenza delle scorte, sarà compensata dall'aumento della produzione nello specifico settore dei semiconduttori.
- Nello scenario cautelativo, **l'effetto combinato è di poco inferiore allo 0% per le viste a 2 e 10 anni** (rispettivamente -0,06% e -0,10%), **mentre a 5 anni è sostanzialmente nullo** (0,02%). Questo si traduce in una contrazione di circa 2 miliardi nel 2017, ad un incremento nel 2020 di circa 1 miliardo di €, ed infine una ulteriore riduzione di circa 4 miliardi di €.
- L'andamento descritto si replica anche nello **scenario estremo**, in cui si assiste ad una riduzione pari a circa 5 miliardi nel 2017, una crescita di 2,5 miliardi nel 2020, ed una contrazione di 2 miliardi nel 2025.

In sintesi, l'effetto della tecnologia IoT & Analytics sembra essere di un ordine di grandezza inferiore rispetto a quello della Stampa 3D, con variazioni sui volumi quasi nulle in termini globali, anche se non certamente a livello di singolo comparto industriale (si pensi all'incremento previsto nel settore dei semiconduttori).



### Impatto relativo (% su VdP mov.)



### Impatto assoluto (€ VdP mov.)

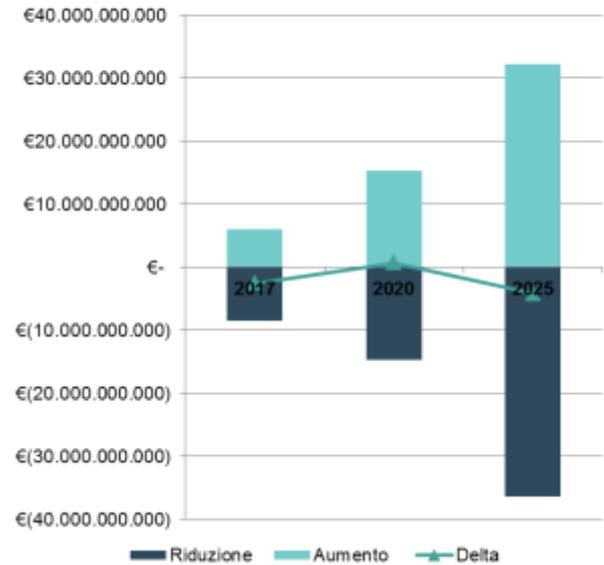
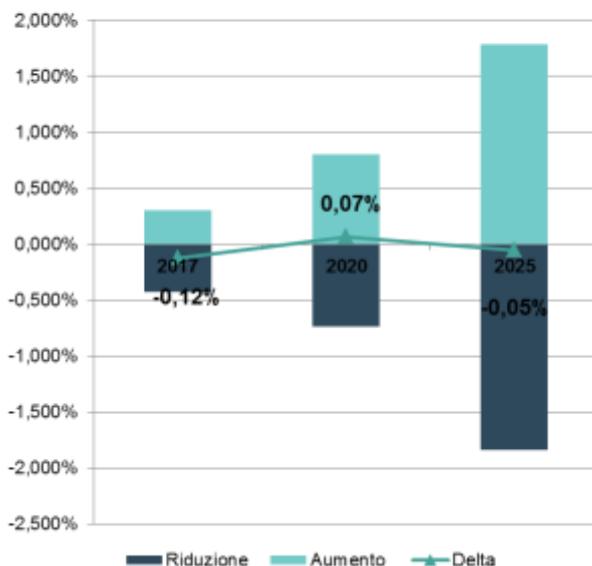


Figura 23 - Impatto stimato dell'IoT & Analytics (scenario cautelativo)

### Impatto relativo (% su VdP mov.)



### Impatto assoluto (€ VdP mov.)



Figura 24 - Impatto stimato dell'IoT & Analytics (scenario estremo)

### 3.4.6. Impatto per settore industriale

Oltre alle viste già proposte, aventi l'obiettivo di riportare in forma sintetica gli impatti stimati delle tecnologie sul Valore della Produzione movimentata, è interessante valutare gli **effetti che ognuna può generare sui singoli settori industriali**.

Come descritto nel paragrafo *Analisi dei settori manifatturieri*, i diversi ambiti applicativi con impatto diretto sui volumi prodotti e movimentati sono stati calati all'interno dei singoli comparti ATECO, considerando le peculiarità di ognuno di essi. Tale valutazione è stata fatta introducendo il parametro di adattabilità della tecnologia al settore (cfr. *Stima dei*



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

*coefficienti riduttivi*), grazie al quale i ricercatori RISE sono stati in grado di modificare / personalizzare gli effetti globalmente attesi in funzione della reale propensione dei singoli settori manifatturieri all'utilizzo delle tecnologie.

In Tabella 10 sono riportate le considerazioni analitiche per ogni settore industriale. In particolare:

- Il comparto ATECO considerato è riportato nella prima colonna. L'ordinamento è decrescente in funzione del Valore della Produzione movimentata: nelle prime posizioni ci sono cioè i comparti più rilevanti in termini di VdP movimentata, e nelle ultime posizioni quelli che contribuiscono in modo più limitato.
- Le colonne *Delta VdP* contengono l'impatto rispettivamente per la Stampa 3D e per l'IoT & Analytics, espresso come riduzione / aumento del Valore della Produzione movimentata in miliardi di €.
- Nella colonna *Delta % VdP settore* è calcolata la variazione % del valore della produzione movimentata per lo specifico comparto ATECO, sommando i contributi delle due tecnologie.
- La colonna *Delta % VdP totale* considera ancora l'impatto congiunto delle due tecnologie sul settore, valutato però in termini % sul totale di VdP movimentata in Italia ( $\approx 4.000$  miliardi €).

Tutto questo, sia per lo scenario cautelativo che per quello estremo.

	SCENARIO CAUTELATIVO 2025				SCENARIO ESTREMO 2025			
	Delta VdP (miliardi di €)		Delta % VdP settore	Delta % VdP totale	Delta VdP (miliardi di €)		Delta % VdP settore	Delta % VdP totale
	Stampa 3D	IoT			Stampa 3D	IoT		
21-Fabbricazione di prodotti farmaceutici	-	-7,0	-1,3%	-0,2%	-	-13,9	-2,5%	-0,4%
10-Industrie alimentari	-	-5,5	-1,3%	-0,1%	-	-10,8	-2,5%	-0,3%
28-Fabbricazione di apparecchiature e macchinari	-27,7	-	-7,4%	-0,7%	-47,1	-	-12,3%	-1,2%
24-Metallurgia	-	-3,0	-0,9%	-0,1%	-	-6,0	-1,9%	-0,1%
25-Fabbricazione di prodotti in metalli (esclusi macchinari)	-11,0	-1,8	-4,4%	-0,3%	-18,3	-3,6	-7,5%	-0,6%
29-Fabbricazione di autoveicoli e rimorchi	-17,7	-2,2	-8,4%	-0,5%	-29,4	-4,4	-14,4%	-0,9%
20-Fabbricazione di prodotti chimici	-	-2,8	-1,3%	-0,1%	-	-5,6	-2,5%	-0,1%
22-Fabbricazione di gomme e materie plastiche	-1,6	-1,5	-1,9%	-0,1%	-5,4	-3,1	-5,0%	-0,2%
27 - Fabbricazione di apparecchiature elettriche	-0,8	-1,5	-1,4%	-0,1%	-2,6	-3,0	-3,5%	-0,1%



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

	SCENARIO CAUTELATIVO 2025				SCENARIO ESTREMO 2025			
	Delta VdP (miliardi di €)		Delta % VdP settore	Delta % VdP totale	Delta VdP (miliardi di €)		Delta % VdP settore	Delta % VdP totale
	Stampa 3D	IoT			Stampa 3D	IoT		
26 - Fabbricazione di computer e prodotti di elettronica	-11,0	+30,9	13,5%	0,5%	-18,4	+68,0	33,6%	1,3%
23 - Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	+0,1	-1,3	-1,1%	0,0%	+0,2	-2,7	-2,3%	-0,1%
15 - Fabbricazione di articoli in pelle e simili	-	-1,0	-0,9%	0,0%	-	-2,0	-1,9%	-0,1%
17 - Fabbricazione di carta	-	-1,3	-1,3%	0,0%	-	-2,6	-2,5%	-0,1%
14 - Confezione di articoli di abbigliamento	-0,5	-1,0	-1,4%	0,0%	-1,6	-1,9	-3,5%	-0,1%
13 - Industrie tessili	-	-0,8	-0,9%	0,0%	-	-1,7	-1,9%	0,0%
30 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto	-9,7	-0,5	-11,9%	-0,3%	-16,3	-1,1	-20,0%	-0,4%
32 - Altre industrie manifatturiere	-0,5	-0,5	-1,1%	0,0%	-1,3	-1,1	-2,9%	-0,1%
31 - Fabbricazione di mobili	-0,5	-0,5	-1,1%	0,0%	-1,3	-1,0	-2,9%	-0,1%
33 - Riparazione, manutenzione ed installazione di macchinari	-5,7	-0,2	-7,8%	-0,2%	-9,6	-0,5	-13,1%	-0,3%
11 - Industria delle bevande	-	-0,7	-1,3%	0,0%	-	-1,5	-2,5%	0,0%
16 - Industria del legno e dei prodotti in legno	-	-0,5	-0,9%	0,0%	-	-0,9	-1,9%	0,0%
19 - Fabbricazione di coke e raffinazione del petrolio	-	-0,5	-1,3%	0,0%	-	-1,0	-2,5%	0,0%
18 - Stampa e riproduzione di supporti registrati	-	-0,4	-1,3%	0,0%	-	-0,8	-2,5%	0,0%
12 - Industria del tabacco	-	-0,1	-1,3%	0,0%	-	-0,2	-2,5%	0,0%

Tabella 10 - Analisi per settore industriale



Grazie al livello di dettaglio raggiunto, è possibile individuare comportamenti tipici per ogni settore industriale. La lettura della tabella permette infatti di individuare alcuni *cluster* di comparti che manifestano propensioni simili verso l'adozione delle tecnologie, e di conseguenza degli impatti attesi delle stesse:

- **Settori marginalmente impattati:** questo insieme di settori si caratterizza per una limitata applicabilità della Stampa 3D, ed una ridotta influenza anche dell'IoT & Analytics. Gli impatti % sul VdP del settore sono quindi molto contenuti, confinati tra un valore minimo pari allo 0,9% (1,9% nello scenario estremo) ed uno massimo di 1,4% (2,5% nello scenario estremo); conseguentemente, gli impatti calcolati sul Valore della Produzione complessivamente movimentata in Italia sono prossimi allo 0%. Come si può notare dall'elenco seguente, in questo *cluster* compaiono alcuni settori caratteristici della manifattura italiana, come l'agroalimentare, le industrie tessili e del fashion, e la produzione metallurgica, che saranno di fatto (quasi) **immuni alla diffusione delle tecnologie** (quantomeno in termini di volumi generati da movimentare):
  - Industrie alimentari
  - Industria delle bevande
  - Industria del tabacco
  - Industrie tessili
  - Confezione di articoli di abbigliamento
  - Fabbricazione di articoli in pelle e simili
  - Industria del legno e dei prodotti in legno
  - Fabbricazione di carta
  - Stampa e riproduzione di supporti registrati
  - Fabbricazione di coke e raffinazione del petrolio
  - Fabbricazione di prodotti chimici
  - Fabbricazione di prodotti farmaceutici
  - Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi
  - Metallurgia
  - Fabbricazione di mobili
  - Altre industrie manifatturiere
- **Settori fortemente impattati:** questi settori si caratterizzano per la presenza contemporanea di effetti significativi legati alla diffusione sia della Stampa 3D (seppur con diversa magnitudo) sia di IoT & Analytics. L'effetto congiunto delle due tecnologie porta quindi ad una riduzione significativa del Valore della Produzione movimentata per singolo settore, che varia da un minimo di 1,4% (2,5% nello scenario estremo) sino ad un massimo di 11,9% (20,0% nello scenario estremo). Nel cluster compaiono settori certamente di primaria importanza per la manifattura italiana, come la fabbricazione di macchinari e di prodotti in metallo:
  - Fabbricazione di gomme e materie plastiche
  - Fabbricazione di prodotti in metalli (esclusi macchinari)
  - Fabbricazione di apparecchiature elettriche
  - Fabbricazione di apparecchiature e macchinari
  - Fabbricazione di autoveicoli e rimorchi
  - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto
  - Riparazione, manutenzione ed installazione di macchinari
- **Settori impattati positivamente:** per alcuni (pochi) settori si stima un potenziale incremento del VdP movimentata a seguito della diffusione delle tecnologie. In particolare:
  - **Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi:** in questo comparto rientrano le aziende che dovranno produrre le materie



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

prime necessarie per l'impiego delle stampanti 3D, differenti rispetto a quelle tradizionali. Dovranno in particolare essere prodotti filamenti plastici, resine fotosensibili, polveri di polimeri e di metalli da poter impiegare nelle produzioni additive.

- **Fabbricazione di computer e prodotti di elettronica:** come già discusso in precedenza (cfr. *IoT & Analytics*), questo settore vedrà una forte crescita dei propri volumi in seguito alla richiesta di sensoristica avanzata, pre-requisito tecnologico abilitante alla diffusione del paradigma dell'Internet delle cose. A fronte quindi anche di un utilizzo rilevante della Stampa 3D da parte delle imprese del settore (e di una conseguente riduzione della merce prodotta e movimentata), la spinta dovuta alla tecnologia IoT andrà a compensare questo effetto negativo, generando addirittura un significativo effetto netto positivo per il settore.

### 3.4.7. Impatto effettivo sulla logistica in Italia

Per valutare quale potesse essere l'impatto degli scostamenti sopra citati rispetto alle attività degli operatori logistici in Italia, è stato necessario svolgere un ulteriore passaggio. In uno scenario di outsourcing completo delle attività di movimentazione e magazzinaggio da parte delle aziende manifatturiere verso gli operatori logistici, gli scostamenti proposti nelle diverse viste si convertirebbero direttamente in riduzioni di merce movimentata. In uno scenario di parziale outsourcing delle attività, la ripartizione di questi impatti tra le aziende manifatturiere e gli operatori logistici non è nota, e merita un approfondimento.

Stimare questa ripartizione è possibile grazie all'applicazione delle percentuali degli impatti per ogni settore industriale (Tabella 10) sul valore delle attività degli operatori logistici nel medesimo settore. Quest'ultimo dato non è noto a priori, ma è ricavabile indirettamente. Secondo le ultime stime, le attività di Contract Logistics in Italia ammontano a circa 78 miliardi di euro (*Osservatorio sulla Contract Logistics, Politecnico di Milano*).

Tramite la procedura di calcolo di seguito descritta (e rappresentata in Tabella 11), è stato possibile stimare la suddivisione di tale quota con riferimento ai settori ATECO di interesse.

1. **Definizione dell'incidenza % dei costi logistici sul fatturato del settore.** Tramite una combinazione delle (poche) fonti disponibili<sup>30,31</sup> è stato possibile valutare quanto incidano i costi logistici sul fatturato di ciascun settore industriale, e quindi sul valore della produzione movimentata (*terza colonna*).
2. **Definizione dei costi logistici di ogni settore.** Applicando la % definita al punto precedente al valore della produzione movimentata, è possibile individuare il costo assoluto (€) delle attività logistiche per settore (*quarta colonna*).
3. **Calcolo dell'incidenza % dei costi logistici di ogni settore sui costi logistici complessivi della manifattura.** Rapportando il costo del singolo settore al totale dei costi calcolati al punto 2, è possibile stimare l'incidenza % dei costi logistici del settore (*quinta colonna*).
4. **Definizione del valore della Contract Logistics per settore.** Infine, applicando le percentuali di cui al punto 3 al costo complessivo delle attività di Contract Logistics, è possibile ottenere una sua *proxi*, suddivisa per settore ATECO (*sesta colonna*).

<sup>30</sup> Vignati, Gianfranco, ed. *Manuale di logistica*. HOEPLI EDITORE, 2002.

<sup>31</sup> Commissione Europea. "Verso una corretta ed efficace determinazione dei prezzi nel settore dei trasporti. Strategie d'intervento per l'internazionalizzazione dei costi esterni nell'Unione Europea." - 1998



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

#	Settore ATECO	% costi logistici sul settore	Costi logistici settore [Miliardi €]	% costi logistici sul totale	Contract Logistics per settore [Miliardi €]
1	21-Fabbricazione di prodotti farmaceutici	13%	73	13,2%	10,4
2	10-Industrie alimentari	20%	87	15,8%	12,4
3	28-Fabbricazione di apparecchiature e macchinari	13%	49	8,9%	6,9
4	24-Metallurgia	18%	57	10,4%	8,0
5	25-Fabbricazione di prodotti in metalli (esclusi macchinari)	9%	26	4,8%	3,7
6	29-Fabbricazione di autoveicoli e rimorchi	9%	21	3,8%	3,0
7	20-Fabbricazione di prodotti chimici	14%	31	5,7%	4,5
8	22-Fabbricazione di gomme e materie plastiche	16%	26	4,9%	3,8
9	27 - Fabbricazione di apparecchiature elettriche	9%	14	2,7%	2,0
10	26 - Fabbricazione di computer e prodotti di elettronica	9%	13	2,4%	1,9
11	23 - Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	16%	18	3,2%	2,6
12	15 - Fabbricazione di articoli in pelle e simili	5%	5,3	1,0%	0,7
13	17 - Fabbricazione di carta	19%	20	3,7%	2,8
14	14 - Confezione di articoli di abbigliamento	23%	24	4,4%	3,4
15	13 - Industrie tessili	23%	21	3,8%	3,0
16	30 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto	12%	10,5	1,9%	1,5
17	32 - Altre industrie manifatturiere	15%	12,7	2,3%	1,5
18	31 - Fabbricazione di mobili	15%	12,0	2,2%	1,7
19	33 - Riparazione, manutenzione ed installazione di macchinari	11%	8,4	1,5%	1,3
20	11 - Industria delle bevande	11%	6,8	1,2%	0,9
21	16 - Industria del legno e dei prodotti in legno	8%	3,7	0,7%	0,6
22	19 - Fabbricazione di coke e raffinazione del petrolio	10%	4,3	0,8%	0,6
23	18 - Stampa e riproduzione di supporti registrati	9%	3,0	0,5%	0,5
24	12 - Industria del tabacco	8%	0,6	0,1%	0,1

**Tabella 11 - Procedura di calcolo del valore della Contract Logistics per settore**

Disponendo ora del valore delle attività di Contract Logistics per settore, è possibile operare una valutazione in merito alla quota parte degli impatti per gli operatori logistici.



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

Utilizzando le % di impatto definite in Tabella 7, Tabella 8 e Tabella 9, e combinandole con il valore della Contract Logistics per settore, è possibile stimare il valore assoluto degli impatti sulle attività degli operatori logistici.

Posizionandosi nella vista a 10 anni (2025), emergono i seguenti risultati:

#	Settore ATECO	Scenario cautelativo [Milioni €]			Scenario estremo [Milioni €]		
		Stampa 3D	IoT	Totale	Stampa 3D	IoT	Totale
1	21-Fabbricazione di prodotti farmaceutici	0	-129	-129	0	-258	-258
2	10-Industrie alimentari	0	-129	-129	0	-258	-258
3	28-Fabbricazione di apparecchiature e macchinari	-758	0	-758	-1.264	0	-1.264
4	24-Metallurgia	0	-97	-97	0	-193	-193
5	25-Fabbricazione di prodotti in metalli (esclusi macchinari)	-386	-64	-451	-644	-129	-773
6	29-Fabbricazione di autoveicoli e rimorchi	-773	-97	-870	-1.288	-193	-1.481
7	20-Fabbricazione di prodotti chimici	0	-129	-129	0	-258	-258
8	22-Fabbricazione di gomme e materie plastiche	-100	-97	-197	-319	-193	-513
9	27 - Fabbricazione di apparecchiature elettriche	-52	-97	-148	-167	-193	-361
10	26 - Fabbricazione di computer e prodotti di elettronica	-773	2.160	1.387	-1.288	4.756	3.468
11	23 - Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	14	-129	-115	24	-258	-234
12	15 - Fabbricazione di articoli in pelle e simili	0	-97	-97	0	-193	-193
13	17 - Fabbricazione di carta	0	-129	-129	0	-258	-258
14	14 - Confezione di articoli di abbigliamento	-52	-97	-148	-167	-193	-361
15	13 - Industrie tessili	0	-97	-97	0	-193	-193
16	30 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto	-1.159	-64	-1.224	-1.932	-129	-2.061
17	32 - Altre industrie manifatturiere	-52	-64	-116	-167	-129	-296
18	31 - Fabbricazione di mobili	-52	-64	-116	-167	-129	-296
19	33 - Riparazione, manutenzione ed installazione di macchinari	-773	-32	-805	-1.288	-64	-1.353
20	11 - Industria delle bevande	0	-129	-129	0	-258	-258
21	16 - Industria del legno e	0	-97	-97	0	-193	-193



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

		Scenario cautelativo [Milioni €]			Scenario estremo [Milioni €]		
#	Settore ATECO	Stampa 3D	IoT	Totale	Stampa 3D	IoT	Totale
	dei prodotti in legno						
22	19 - Fabbricazione di coke e raffinazione del petrolio	0	-129	-129	0	-258	-258
23	18 - Stampa e riproduzione di supporti registrati	0	-129	-129	0	-258	-258
24	12 - Industria del tabacco	0	-129	-129	0	-258	-258
<b>TOTALE</b>		<b>-4.915</b>	<b>-62</b>	<b>-4.977</b>	<b>-8.670</b>	<b>312</b>	<b>-8.359</b>

**Tabella 12 – Impatti attesi sulle attività di Contract Logistics per settore industriale**

Nello scenario cautelativo, la riduzione sarà pari a 5 mld €, mentre nello scenario estremo potrà superare gli 8 mld €. In percentuale, la riduzione del valore della produzione movimentata sarà tra il 6 e il 10%. Scostamenti quindi rilevanti, che potrebbero diventare anche maggiori considerando il trend in atto di crescente terziarizzazione delle attività logistiche.



## 4. DISCUSSIONE CRITICA DEI RISULTATI

In *primis*, appare chiaro come, anche in uno scenario ad elevata diffusione delle tecnologie considerate, **tra 10 anni le attività logistico-produttive non saranno radicalmente trasformate**. L'impatto delle tecnologie sarà cioè contenuto, con **% di variazione mai superiori al 5% del valore della produzione movimentata**, pur con dei picchi in alcuni specifici comparti industriali.

In questo senso, sentiamo di poterci sbilanciare nell'affermare che gli scenari descritti da alcuni rapporti di ricerca del recente passato, relativi a scenari apocalittici per chi ha (ed avrà) il compito di movimentare la merce prodotta, sono certamente sovradimensionati, quantomeno nel prossimo decennio. Anche se, è utile ribadirlo, in alcuni settori, gli impatti saranno ben più significativi della media.

Per completezza è utile evidenziare che i numeri prodotti in questa ricerca risentono naturalmente di possibili perturbazioni, associate perlopiù allo stadio di sviluppo e maturazione non completa delle due tecnologie considerate:

- Come ci hanno dimostrato numerosi esempi negli ultimi anni, alcune tecnologie non considerate prioritarie, hanno poi avuto impatti devastanti sulle attività aziendali. È perciò molto difficile definire un rigoroso margine di confidenza delle stime fatte da parte di Gartner, Wohlers, etc. Del resto, quando si ha a che fare con tecnologie nuove così *disruptive* rispetto allo scenario corrente, gli errori di valutazione, anche grossolani, sono dietro l'angolo:
  - *"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;
- Accanto al rischio di una sottostima, esiste certamente anche quello opposto. Ciò che oggi appare come un ambito applicativo molto significativo, magari trasversale a diversi comparti manifatturieri, potrebbe tra 5/10 anni non avere pienamente rispettato le attese. Ad esempio, 50 anni fa si pensava che con l'avvento del forno a microonde, i sistemi tradizionali di cottura sarebbero stati pensionati. Ad evidenza, così non è stato.

Per quanto in sede di elaborazioni numeriche siano state prese le opportune precauzioni, non si può certamente pensare di aver considerato la totalità dei fattori che potranno recitare un ruolo chiave nello sviluppo delle tecnologie esaminate. Uno su tutti, il quadro normativo / legislativo, che potrebbe a sua volta essere legato ad equilibri socio-politici difficili da prevedere oggi per i prossimi 10 anni. Le stesse tecnologie sono in movimento, basti pensare ad alcune tecniche additive ora in fase di sperimentazione<sup>32</sup>, che se sapranno mantenere le attuali potenzialità, potrebbero effettivamente modificare in modo significativo le attuali stime.

Alla luce di questi limiti e delle relative precauzioni, **rimane oggi difficile ipotizzare nei prossimi 10 anni scenari totalmente diversi sia per le aziende manifatturiere, sia per gli operatori logistici deputati alla distribuzione delle merci lungo la filiera.**

---

<sup>32</sup> La tecnica additiva *Continuous Liquid Interface Production* (CLIP), promette tempi di realizzazione di prodotti polimerici di 100 volte inferiori a quelli delle stampanti attuali. Oggi è in uno stato embrionale di sviluppo, ma in qualche anno potrebbe arrivare a maturazione.



Ad ogni modo **questo non significa che non esistano potenziali criticità / opportunità su cui focalizzarsi sin da ora**, in particolare in alcuni settori industriali, che più di altri saranno coinvolti da queste trasformazioni.

*In primis*, è indubbio che la direzione intrapresa dalla manifattura sarà quella di un maggiore ricorso a processi digitali anziché fisici. Questo sarà valido sia per le fasi di progettazione e sviluppo nuovo prodotto in cui, grazie alla diffusione di sistemi virtuali di test & prototipazione rapida, si eviterà la realizzazione di prodotti fisici fino al momento in cui non vi sia la ragionevole certezza che il modello progettato sia davvero quello migliore possibile per soddisfare le richieste del cliente, sia per le fasi di distribuzione del prodotto. Per alcuni settori, e per alcune tipologie di prodotto (credibilmente quelli realizzati con plastiche e polimeri), **sempre più spesso la produzione verrà delegata ad attori della filiera posizionati a valle**, più vicino al cliente e quindi al punto di consumo. Tutto questo, per andare nella direzione della reattività, della flessibilità e della sostenibilità richieste dal mercato. In questo senso, è innegabile che una (ri-)configurazione di questo tipo interesserà anche **gli operatori logistici**:

- Gli operatori logistici dovranno essere in grado di gestire, in modo sempre più efficace ed efficiente, le **consegne last mile**, la cui incidenza aumenterà esponenzialmente. I clienti richiederanno infatti sempre più spesso prodotti personalizzati (esigendo tempi di consegna sempre più stretti, visto che il mercato li sta già abituando così), realizzati necessariamente vicino ad essi, ad esempio presso hub dedicati, centri di produzione collettiva, Fablab, etc. Aumenterà quindi la parcellizzazione delle consegne, da questi punti di produzione più capillarmente diffusi sul territorio, verso il consumatore finale.
- Il decentramento delle attività produttive, necessario per garantire la reattività della risposta alle richieste puntuali dei singoli clienti, potrebbe anche declinarsi in un **nuovo ruolo per gli operatori logistici**. La necessità di dover rispondere ad una domanda sempre più orientata alla personalizzazione dei prodotti, e desiderosa di consegna rapide, potrebbe far insorgere una duplice necessità nelle filiere: (i) aumentare la prossimità delle attività produttive ai punti di consumo, riducendo la lunghezza delle supply chain, e (ii) ridurre le scorte lungo i nodi della filiera, liberando capitale immobilizzato. In questo senso, **perché non pensare ai centri distributivi dei provider logistici come a uno dei possibili centri di produzione additiva sparsi sul territorio?** In questo scenario, il processo produttivo (di componenti basso moventi o di parti di ricambio) si svincola dal produttore e si muove verso valle, diventando un'attività in carico ai 3PL. Nell'ipotesi che siano loro a dotarsi di stampanti 3D (tra qualche anno, grazie allo sviluppo della tecnologia, ed al conseguente aumento della domanda, i costi si ridurranno drasticamente), il tempo di evasione dell'ordine del cliente si comprimerebbe notevolmente, grazie alla produzione molto più prossima al cliente medesimo, che azzererebbe (o quasi) i tempi di trasporto. Questo ovviamente a patto di poter accedere ai modelli 3D dei singoli componenti messi a disposizione dai produttori (ad esempio, pagando una *fee*). Di fatto, si tratterebbe di un vero e proprio **nuovo modello di business**, sia per l'azienda produttrice (così come nel mercato discografico i Compact Disk sono stati sostituiti da piattaforme di download, anche nel manifatturiero la vendita di pezzi fisici potrebbe essere sostituita dalla vendita di modelli digitali), sia per i fornitori di servizi logistici, che potrebbero far evolvere il loro portfolio includendo per l'appunto un servizio di produzione rapida, con relativa consegna al cliente.

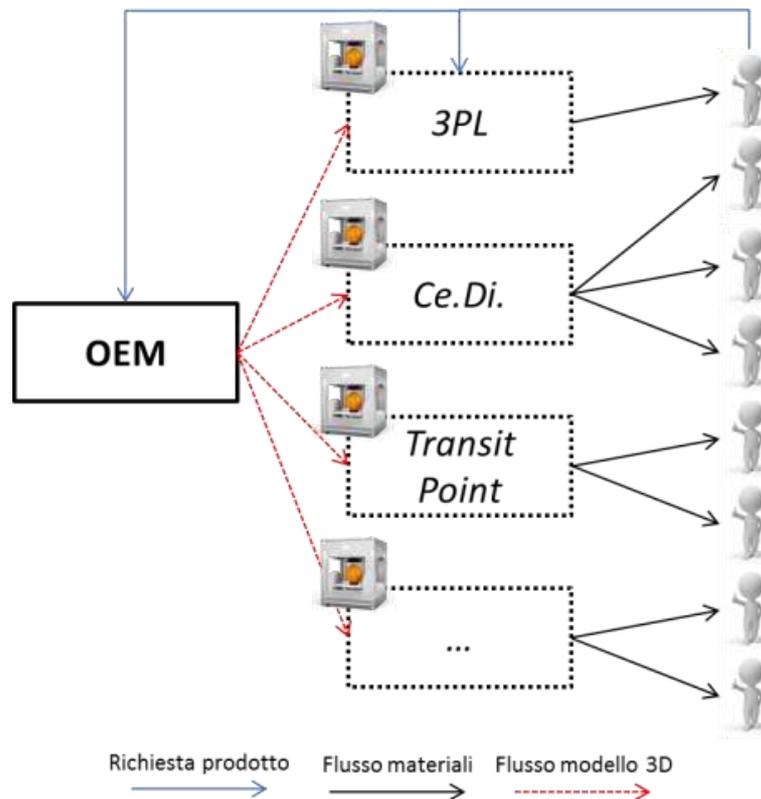


Figura 25 - Il ruolo dei 3PL nelle supply chain del futuro

**Non si commetta l'errore di pensare che questo scenario sia futuristico o, peggio, non realizzabile.** Alcuni ci stanno già pensando.

Ad esempio, le poste americane (US Postal Service), da qualche anno stanno monitorando da vicino il percorso di maturazione della Stampa 3D, in modo da poter essere pronte ad includere servizi di stampa additiva all'interno dei propri punti di smistamento ed uffici postali. Perché? Proprio per rispondere alla crescente parcellizzazione delle consegne, ed intercettare le esigenze di vicinanza / reattività richieste dai clienti. *"3D printing could lead to more single-item parcels being shipped to consumers over shorter distances, instead of hundreds of thousands of identical items sent by containerized cargo over vast distances. The Postal Service could benefit tremendously by the rise of 3D printing. This is primarily due to two factors: the Postal Service's ubiquitous first- and last-mile delivery network and its strength in handling lightweight goods and [...] the Postal Service could partner with 3D printing companies and even potentially bring some printing onsite at postal facilities, as well as provide micro-warehousing to help ensure rapid shipment of 3D printed goods"*<sup>33</sup>.

Amazon, sempre all'avanguardia nella valutazione delle nuove tecnologie a supporto della distribuzione dei prodotti, prevede addirittura di posizionare stampanti 3D sui propri mezzi, con cui poter realizzare *on demand* i prodotti richiesti dai clienti. L'obiettivo, è quello di ridurre ancor di più i tempi di consegna e, soprattutto, limitare lo stock di prodotti nei propri hub e magazzini<sup>34</sup>. In uno scenario (nemmeno troppo) futuro, Amazon sarà in grado di processare l'ordine, produrre (stampare) l'oggetto (anche personalizzato) richiesto e consegnarlo a casa del cliente, in meno di 24 ore.

In questo senso, è proprio il caso di muoversi. **Il futuro è oggi.**

<sup>33</sup> Office of inspector general. United States Postal Service. *If It Prints, It Ships: 3D Printing and the Postal Service*. Luglio 2014

<sup>34</sup> *Here is Amazon's audacious plan to go way beyond drones*. www.fortune.com. Febbraio 2015



## GLOSSARIO

Termine	Definizione
<b>Stampa 3D</b>	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.
<b>Internet delle Cose (IoT)</b>	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.
<b>Intelligenza artificiale</b>	Insieme di tecnologie e scienze informatiche il cui scopo è realizzare dispositivi in grado di operare secondo logiche che riproducano il comportamento dell'uomo.
<b>Realtà Aumentata</b>	Sovrapposizione a quanto percepito dalla vista dell'utente di informazioni digitali (tramite opportuni visori), in grado di poterlo guidare e supportare in attività specifiche.
<b>Volume della Produzione movimentata</b>	Per valore della produzione movimentata si considera la sommatoria tra il valore della produzione generata dalle imprese italiane e la produzione importata nel nostro paese. Tale valore dovrebbe credibilmente rappresentare, in termini economici, il volume movimentato e trasportato in Italia. La fonte dati è la banca dati dell'ISTAT, da cui sono stati prelevate tutte le informazioni di dettaglio.
<b>Mass customization</b>	Il termine Mass Customization (MC) sostiene che il vantaggio competitivo potrebbe essere acquisito attraverso la realizzazione di beni e prodotti personalizzati, potendo generare un vantaggio di differenziazione, come se le aziende operassero in tanti mercati di nicchia.
<b>Servitizzazione</b>	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.
<b>Re-shoring</b>	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.
<b>Next-shoring</b>	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.
<b>Pay per use</b>	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.
<b>Rapid Prototyping</b>	Produzione di prototipi tramite tecniche additive che permette di testare differenti modelli e versioni di un componente, ottenendo feedback immediati per migliorare il progetto.
<b>Rapid Tooling</b>	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).
<b>Rapid Manufacturing</b>	Produzione diretta che prevede l'utilizzo di tecniche additive per la 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. Davis, S. M. (1989). *From “future perfect”: Mass customizing*. Planning review,17(2), 16-21.
4. Ammer, C., D. S. Ammer. 1984. *“Dictionary of business and economics”*. The Free Press, New York, New York
5. Bannock, G., R. E. Baxter, R. Reese. 1982. *“The Penguin Dictionary of Economics”*. Penguin Books, Ltd., Harmondsworth, Middlesex,England.
6. Pearce, D. W. 1981. *“The dictionary of modern economics”*. The MIT Press,Cambridge, Massachusetts.
7. Goncalves, K. P. 1998. *“Services marketing: A strategic approach”*. Pren-tice Hall, Upper Saddle River, New Jersey
8. 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.
9. Karmarkar, Uday. *“Will you survive the services revolution?.”* Harvard Business Review (2004): 100-107.
10. *Manufacturing Renaissance? Exports, Reshoring Could Bring 5M Jobs to U.S.* – FOX Business – Settembre 2012
11. *Whirlpool Re-Shoring Some Production To Ohio Plant* – manufacturing.net – Dicembre 2013
12. *Backshoring: tornano le imprese, non il lavoro* – linkiesta.it – Giugno 2014
13. Nager, Adams B., and Robert D. Atkinson. *“The myth of America’s manufacturing renaissance: the real state of US manufacturing.”* Information Technology & Innovation Foundation, 2015.
14. *Hype Cycle for Emerging Technologies* – Gartner - Agosto 2015
15. De Koster, René et.al. (2006). *“Design and control of warehouse order picking: A literature review.”* European Journal of Operational Research. 182(2): 481–50
16. *Revolution in the driver’s seat. The road to autonomous vehicles.* BCG Consulting, Aprile 2015
17. *DHL Self Driving Vehicles* - DHL - Ottobre 2014
18. *The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything* – Cisco - Aprile 2011
19. *The Internet Of Things: Mapping The Value Beyond The Hype* - Mc Kinsey - Giugno 2015
21. Moilanen, Jarkko, and Tere Vadén. *“3D printing community and emerging practices of peer production.”* First Monday 18.8 (2013).
22. *Makers. Il ritorno dei produttori. Per una nuova rivoluzione industriale* - Chris Anderson - 2013
23. *3D Printers: A Fad or The Future?* - Survey Monkey Blog - Giugno 2013 (≈ 400 rispondenti)
24. *La Stampa 3D e l'industria degli stampi.*- Moreno Soppelsa - 2014
25. *Internet-Of-Things Solution Deployment Gains Momentum Among Firms Globally* – Forrester Consulting – Novembre 2014



## The digital manufacturing revolution. Quali impatti sulla logistica?

26. J.C. Wortmann, Chapter: "A classification scheme for master production schedule", in *Efficiency of Manufacturing Systems*, C. Berg, D. French and B. Wilson (eds) New York, Plenum Press 1983
27. *Additive manufacturing. A game changer for the manufacturing industry?* – Roland Berger – Novembre 2013
28. *Wohlers report 2015*
29. *Internet of Things: Opportunities and challenges for semiconductor companies* – MC Kinsey – Ottobre 2015
30. Vignati, Gianfranco. *Manuale di logistica*. HOEPLI EDITORE, 2002.
31. Commissione Europea. "Verso una corretta ed efficace determinazione dei prezzi nel settore dei trasporti. Strategie d'intervento per l'internazionalizzazione dei costi esterni nell'Unione Europea." - 1998
33. Office of inspector general. United States Postal Service. *If It Prints, It Ships: 3D Printing and the Postal Service*. Luglio 2014
34. *Here is Amazon's audacious plan to go way beyond drones* - [www.fortune.com](http://www.fortune.com) - Febbraio 2015



## AUTORI DELLA RICERCA

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
- ▶ **Supporto:** Controllo di Gestione, Asset management, Servitizzazione, Innovazione digitale

Il Laboratorio promuove in particolare una **nuova visione della supply chain**, fondata su tre cardini:

- ▶ **CIRCULARITÀ** - 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.

	<p><b>Andrea Bacchetti</b></p> <p>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 (già SCSM) 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.</p>
	<p><b>Massimo Zanardini</b></p> <p>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. È membro del laboratorio RISE presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale della facoltà di Ingegneria e del centro di 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 per una nuova rivoluzione industriale.</p>