



Università  
Ca' Foscari  
Venezia

Corso di Laurea magistrale  
in Economia e Gestione delle Aziende,  
curriculum Management delle Imprese Internazionali

Tesi di Laurea

—  
Ca' Foscari  
Dorsoduro 3246  
30123 Venezia

La Rivoluzione del Digital  
Manufacturing.

Nuove prospettive e possibilità per il Made in  
Italy.

**Relatore**

Ch. Prof. Stefano Micelli

**Laureando**

Giulia Favaretto  
Matricola 816278

**Anno Accademico**

2012 / 2013

# Indice

<b>Introduzione</b>	<b>6</b>
<b>Capitolo 1</b>	<b>8</b>
<b>La rivoluzione del Digital Manufacturing</b>	<b>8</b>
<i>1.1 Digital Manufacturing: una definizione</i>	8
<i>1.2 Digital Manufacturing: Le tecnologie</i>	14
1.2.1 Macchine a Controllo Numerico	15
1.2.2 Laser Cutter	18
1.2.3 Additive Manufacturing o 3D Printing	20
1.2.3.1 Le ragioni per l'adozione e la crescita del mercato	24
1.2.3.2 Lo scadere dei brevetti: si va verso l'esplosione della tecnologia?	31
<b>Capitolo 2</b>	<b>34</b>
<b>Il Digital Manufacturing e i nuovi soggetti che dominano la scena</b>	<b>34</b>
<i>2.1 I produttori di macchinari e materiali</i>	35
2.1.1 3D Systems	36
2.1.2 Electro Optical Systems (EOS)	39
2.1.3 Stratasys	45
2.1.4 Makerbot	48
<i>2.2 Nuovi materiali</i>	51
<i>2.3 I nuovi utilizzatori: i Makers</i>	52
<i>2.4 Nuovi consumatori e nuovi modi di distribuire</i>	58
2.4.1 Etsy	59
2.4.2 Shapeways	61
2.4.3 Cubify	64
2.4.4 Sculpteo	64
2.4.5 i.materialise	68

<b>Capitolo 3</b>	<b>72</b>
<b>Il digital manufacturing e il Made in Italy</b>	<b>72</b>
3.1 <i>Il settore manifatturiero in Italia e i presupposti per una rivoluzione</i>	72
3.2 <i>I produttori di tecnologia: chi domina la scena italiana</i>	74
3.2.1 DWS Systems	74
3.2.2 Kentstrapper	80
3.3 <i>La tecnologia e le sue applicazioni in Italia</i>	84
3.3.1 L'Additive Manufacturing per la prototipazione rapida	85
3.3.2 L'Additive Manufacturing e la grande industria: il caso Avio Aero di Novara	86
3.3.3 L'Additive Manufacturing e l'artigianato	90
<b>Capitolo 4</b>	<b>94</b>
<b>Digital Manufacturing e Made in Italy: il caso .exnovo</b>	<b>94</b>
4.1 <i>La storia</i>	94
4.1.2 HSL ed .exnovo oggi	96
4.2 <i>La tecnologia</i>	97
4.3 <i>L'artigianalità, oltre il lavoro della macchina</i>	99
4.3.1 La modellazione tridimensionale	100
4.3.2 La finitura manuale	101
4.4 <i>Design e creatività</i>	103
4.4.1 Il rapporto tra design e 3D printing	104
4.5 <i>Il prodotto</i>	106
4.5.1 Storytelling: il valore del racconto	107
4.6 <i>La SWOT Analysis</i>	109
4.7 <i>Previsioni e prospettive</i>	112
<b>Conclusioni</b>	<b>115</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>117</b>

<b>Sitografia</b>	<b>120</b>
<b>Altre Fonti</b>	<b>123</b>
<b>Ringraziamenti</b>	<b>124</b>

# Indice dei grafici, delle tabelle e delle figure

## Capitolo 1

Figura 1.1. La Terza Rivoluzione Industriale	11
Figura 1.2. I vantaggi della manifattura digitale	14
Figura 1.2. Esempio di macchine a controllo numerico. A sinistra un dispositivo industriale, a destra un dispositivo desktop	16
Figura 1.4. Elementi di un sistema a controllo numerico	17
Figura 1.5. Esempi di Laser Cutter Machine. A sinistra un modello professionale, a destra un modello desktop	19
Figura 1.6. Funzionamento SLA e esempio di macchina per SLA	22
Figura 1.7. Funzionamento processo FDM e esempio di macchina per FDM	23
Figura 1.8. Funzionamento SLS e esempio di macchina per SLS	24
Figura 1.9. Costi e volumi di produzione: Manifattura tradizionale vs 3D printing	26
Figura 1.10. La crescita del settore del 3D printing	27
Figura 1.11. Numero di Sistemi 3D printing di tipo personal venduti ogni anno	28
Figura 1.12. L'impatto del 3D printing su società, business ed economia	30

## Capitolo 2

Figura 2.1. Sito web 3D System	36
Figura 2.2. Pay off di EOS	40
Figura 2.3. Principio di funzionamento generale della sinterizzazione laser	41
Figura 2.4. La poliammide (PA)	42
Figura 2.5. Il polistirene (PS)	42
Figura 2.6. I Polyaryletherketones (PAEK)	43
Figura 2.7. Servizi offerti da EOS	44
Figura 2.8. Stratasys, leader nel settore 3D printing	45
Figura 2.9. I sistemi di stampa 3D di Stratasys	46
Figura 2.10. Quote di mercato 2012 dei maggiori produttori di sistemi di AM	47
Figure 2.11. Sezione video nel sito web di Makerbot	49
Figure 2.12. L'offerta di Makerbot	50

Figura 2.13. Manifesto Movimento Maker, parte 1	54
Figura 2.14. Manifesto Movimento Maker, parte 2	55
Figura 2.15. Etsy	60
Figura 2.16. Shapeways	62
Figura 2.17. Il funzionamento di Shapeways	63
Figura 2.18. Cubify	64
Figura 2.19. Sculpteo	65
Figura 2.20. 3D Printing Cloud Engine	66
Figura 2.21. Il funzionamento di Sculpteo	67
Figura 2.22. iMaterialise	69
Figura 2.23. 3D Print Lab	70

### **Capitolo 3**

Figura 3.1. Home page del sito di DWS	75
Figura 3.2. XFAB, modello consumer di DWS	79
Figura 3.3. I materiali utilizzabili dalla XFAB	80
Figura 3.4. Home page del sito di Kentstrapper	81
Figura 3.5. Interni dell'officina Kentstrapper	82
Figura 3.6. Famiglia Cantini al lavoro e dettaglio di attrezzi e componenti	83
Figura 3.7. Stampante assemblata (a sinistra) e stampante in kit (a destra), Kentstrapper	84
Figura 3.8. Innovazione di Avio Aero in numeri	88

### **Capitolo 4**

Figura 4.1. Macchina per sinterizzazione laser	98
Grafico 4.1. Dall'idea al prodotto finito	100
Figura 4.2. Il processo di modellazione della Lampada Kaa, a sinistra. Lampada Kaa, a destra	101
Figura 4.3. Mani al lavoro e strumenti per la finitura	102
Figura 4.4. Lampada Afillia design di Alessandro Zambelli	105
Grafico 4.2. Analisi Swot per .exnovo	110
Figura 4.5. Crescita dell'export manifatturiero	113

## **Introduzione**

La tesi analizza il fenomeno del Digital Manufacturing da molti definito una rivoluzione.

Nuove tecnologie, un tempo impiegate esclusivamente nel mercato B2B e riservate al settore della prototipazione rapida, oggi si stanno allargando al mercato di consumo e vengono utilizzate per la produzione di oggetti finiti.

Si tratta di tecnologie digitali che consentono di realizzare prodotti a partire da modelli elaborati al computer, attraverso l'utilizzo di macchinari che permettono di produrre oggetti difficilmente fabbricabili con tecnologie tradizionali.

Questo insieme di strumenti, tecniche, processi e tecnologie, che rientrano in ciò che viene definito Digital Manufacturing, sta progressivamente trasformando il mondo della produzione e il modo in cui gli oggetti vengono concepiti e realizzati. La produzione di massa e la standardizzazione dei prodotti, che fino ad oggi hanno dominato la scena, lasciano ora spazio a piccole produzioni, oggetti personalizzati e pezzi unici.

Queste nuove tecnologie, infatti, consentono di sovvertire i paradigmi delle economie di scala, favorendo lo sviluppo di oggetti unici ed esclusivi, dalle forme complesse e personalizzati in base a richieste di clienti che diventano sempre più sofisticati ed esigenti; il tutto in tempi ridotti e a costi vantaggiosi.

Accanto alle trasformazioni che incidono direttamente sul modo di produrre e sul sistema manifatturiero, questa rivoluzione sta modificando anche lo scenario generale.

In particolare nuovi attori si affacciano al mercato e ne diventano i protagonisti, nuovi soggetti intervengono nella scena produttiva, nuovi modi di distribuire si affiancano ai canali tradizionali, e nuove tipologie di consumatori contribuiscono ad accelerare il fenomeno; rispettivamente si fa riferimento a produttori di tecnologia e materiali, maker, e piattaforme e portali web.

L'obiettivo della tesi è quello di comprendere l'impatto che tutto ciò può avere nel nostro Paese, che vanta da sempre una forte tradizione manifatturiera.

Nonostante l'apparente distanza tra la manifattura digitale e il Made in Italy, un'attenta analisi mette in luce che vi sono molti aspetti in comune. La personalizzazione, le produzioni di piccola scala, la realizzazione di pezzi unici sono elementi che

caratterizzano da sempre la manifattura Made in Italy e che possono essere raggiunti anche grazie all'utilizzo di strumenti di produzione digitale.

Combinando le nuove tecnologie, che consentono di superare i limiti tecnici degli antichi mestieri, quali tempi e costi elevati, con il saper fare e l'artigianato propri del Made in Italy, possono aprirsi nuove possibilità di successo per un paese come l'Italia, che non può permettersi di perdere competitività.

Dopo una panoramica generale sul tema del Digital Manufacturing e sui contributi di autori che lo propongono come una rivoluzione, il capitolo 1 procede con la descrizione delle principali tecnologie protagoniste del cambiamento: la tecnologia a controllo numerico, il laser cutting, l'additive manufacturing, o stampa tridimensionale (la tecnologia più recente fra le tre esposte, su cui si focalizza il resto dell'elaborato).

Nel capitolo 2 vengono descritti e approfonditi i nuovi attori che dominano la scena: i produttori di tecnologie e materiali, i maker che utilizzano la tecnologia e i portali web che in parte distribuiscono i prodotti realizzati dai maker, in parte coinvolgono il consumatore nella fase di concept e realizzazione del prodotto.

Il capitolo 3 cerca invece di riportare il fenomeno in una dimensione nazionale, indagando i punti d'incontro fra il Digital Manufacturing e il Made in Italy e illustrando diversi casi che dimostrano le opportunità che questa rivoluzione in atto offre all'Italia.

La tesi si conclude con l'approfondimento, nel capitolo 4, del caso .exnovo: brand di un'azienda di Trento che si fa portavoce in Italia della manifattura digitale.



# Capitolo 1

## La rivoluzione del Digital Manufacturing

### 1.1 Digital Manufacturing: una definizione

“A new digital revolution is coming, this time in fabrication”.

Inizia così il saggio *How to make almost anything. The digital Fabrication Revolution*<sup>1</sup> di Neil Gershenfeld, professore al Massachusetts Institute of Technology e direttore del Center for Bits and Atoms del MIT. Si tratta di una rivoluzione che parte dalle stesse intuizioni che hanno condotto alla digitalizzazione di comunicazione e calcolo, ma ora è il *mondo fisico* a essere programmato, non più solo quello virtuale. È una rivoluzione che implica la capacità di convertire i dati nelle cose e le cose nei dati. Sconvolgerà la manifattura tradizionale, ma non la distruggerà; la produzione di massa continuerà ad esistere, ma si occuperà, per definizione, di produrre cose noiose, perché acquistabili e ottenibili da chiunque.

La fabbricazione digitale, secondo l'autore, consentirà agli individui di ideare, disegnare e produrre oggetti reali e concreti *on demand*, in qualsiasi luogo e in qualsiasi momento ne abbiano bisogno. In che modo? Attraverso l'utilizzo di processi, strumenti e tecnologie produttive controllate da computer (da qui, *digital fabrication* o *digital manufacturing*) un tempo appannaggio di illustri ingegneri e tecnici specializzati, oggi divenuti accessibili e alla portata di tutti. “How will we live, learn, work, and play when anyone can make anything, anywhere?”<sup>2</sup>.

L'interesse del professor Gershenfeld per l'argomento e la convinzione verso le tesi che sostiene, sono in parte il risultato di un corso tenuto al Center for Bits and Atoms<sup>3</sup> del MIT, dal titolo *How to make (almost) anything*. Il corso era stato pensato per un gruppo ristretto di studenti ricercatori con l'obiettivo di insegnare loro come utilizzare gli strumenti messi a disposizione dal CBA, ma ottenne moltissime richieste da parte di studenti che semplicemente volevano fare, realizzare oggetti. Al termine del progetto,

---

<sup>1</sup> *Foreign Affairs* November/December 2012, Volume 91, Number 6.

<sup>2</sup> Gershenfeld, N., *How to Make Almost Anything. The Digital Fabrication Revolution.*, *Foreign Affairs*, November/December 2012, Volume 91, Number 6.

<sup>3</sup> CBA, aperto nel 2001 con i fondi del National Science Foundation, con l'obiettivo di studiare i confini esistenti fra *computer science* e *physical science*.

non solo gli studenti realizzarono concretamente oggetti funzionanti e originali, ma spiegarono al professore ciò che secondo loro era la vera essenza della fabbricazione digitale: la personalizzazione, che si traduce nella possibilità di realizzare prodotti per un mercato unipersonale. Visto il successo del corso e visto l'entusiasmo trasmesso dai molti studenti che hanno scelto di mettersi in gioco, nel 2003 il CBA ha avviato un progetto mettendo insieme 50.000\$ di macchinari che sfruttano tecnologie per la produzione e 20.000\$ di materiali, connettendo il tutto con un software personalizzato. È la nascita del primo Fab Lab, da "fabrication laboratories" o "fabulous laboratories".

Per quanto ad alcuni possa sembrare bizzarro, Neil Gershenfeld non è il primo e nemmeno l'unico a credere che stiamo vivendo una nuova rivoluzione; numerosissimi sono, infatti, i contributi esistenti sul tema.

Nel 2010 Chris Anderson, l'allora direttore della rivista americana *Wired*, pubblica un pezzo dal curioso titolo *In the Next Industrial Revolution, Atoms are the New Bits*<sup>4</sup>. L'articolo di Anderson comincia con la presentazione di un caso che, secondo l'autore, può rappresentare il futuro della manifattura americana: Local Motors, una piccola impresa che progetta e produce automobili su misura. Fondata da Jay Rogers e situata a un'ora di distanza da Boston, è la prima impresa produttrice di automobili open source. Realizza piccole produzioni di autovetture dal design assolutamente originale, che possono essere interamente personalizzate dal cliente, cui è data la possibilità di partecipare al processo di produzione. Il nome Local Motors rappresenta una provocazione e nulla di più, perché di locale questa realtà ha bene poco: acquista componenti dalle più innovative aziende tecnologiche diffuse su scala globale; coinvolge designer, progettisti, tecnici e semplici appassionati con background diversi riunendoli in una community online; dialoga con il cliente finale, ovunque esso si trovi, per cercare di offrire un prodotto che risponda al meglio alle sue esigenze; ha accesso a tutti canali distributivi disponibili online. Il tutto, attraverso il web e gli strumenti che la rete mette a disposizione. Secondo l'autore, siamo diretti verso una rivoluzione capitanata da aziende molto simili a Local Motors, realtà innovative che combinano artigianato e avanguardie tecnologiche, che offrono prodotti personalizzati e realizzati su piccole scale, che sfruttano la rete per mettersi in contatto con fornitori e clienti.

---

<sup>4</sup> Disponibile anche nella versione online, [http://www.wired.com/magazine/2010/01/ff\\_newrevolution/](http://www.wired.com/magazine/2010/01/ff_newrevolution/)

Il messaggio importante che Anderson comunica nel testo è che, come internet ha rivoluzionato e democratizzato le pubblicazioni, la musica, le comunicazioni e tutto ciò che riguarda i *bit*, ora nuovi strumenti e nuove tecnologie stanno rivoluzionando e democratizzando la manifattura, gli atomi, il mondo tangibile, ampliando notevolmente il numero di partecipanti alla produzione e dando il via a quello che lui stesso definisce *long tail of things*. Gli strumenti un tempo appartenenti alla produzione in fabbrica, sono oggi a disposizione degli individui. Chiunque abbia una buona idea e un po' di conoscenza in materia, è in grado di disegnare il proprio oggetto al computer e produrlo grazie a una stampante 3D, un laser cutter, una macchina a controllo numerico, strumenti che partendo dal file digitale realizzano il prodotto. Questo è ciò che intende Anderson quando scrive che la rivoluzione si sta abbattendo sul mondo reale.

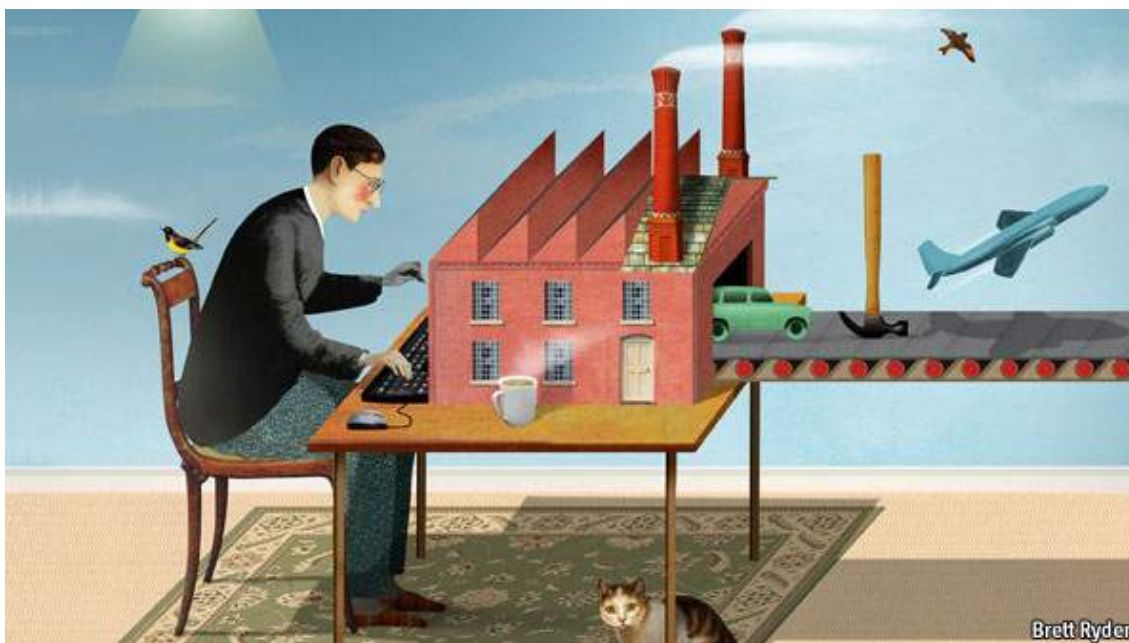
Un altro contributo rilevante, è sicuramente l'articolo apparso il 21 aprile 2012, nella sezione *manufacturing* di *The Economist*<sup>5</sup>, dal titolo *The Third Industrial Revolution*, "la digitalizzazione della manifattura trasformerà il modo in cui i beni sono prodotti".

L'immagine connessa, che fa da copertina alla versione stampata, è emblematica e descrive il concetto perfettamente. Ritrae un individuo seduto a una scrivania, in un ambiente domestico, mentre digita su una tastiera collegata a un macchinario.

---

<sup>5</sup> <http://www.economist.com/node/21553017>, *The Third Industrial Revolution*

Figura 3.1. La Terza Rivoluzione Industriale



Fonte: The Economist.

Ha le sembianze di una fabbrica, ma le dimensioni di un comune dispositivo di tipo desktop, come una stampante o un computer; da questa sorta di fabbrica in miniatura escono oggetti e prodotti finiti.

La prima rivoluzione industriale è fatta risalire alla fine del diciottesimo secolo, in Inghilterra, con l'introduzione della macchina a vapore e la trasformazione e meccanizzazione del settore tessile e la conseguente nascita della fabbrica. La seconda rivoluzione, invece, poco più di un secolo dopo, vede tra i protagonisti Henry Ford, la catena di montaggio e l'inizio dell'era della produzione di massa. Sono state due rivoluzioni che hanno portato maggior urbanizzazione e ricchezza alle persone. Oggi siamo all'alba di una nuova rivoluzione: "manufacturing is going digital [...] this could change not just business, but much else besides"<sup>6</sup>, riporta l'articolo.

Nuovi processi, software intelligenti, materiali innovativi e, in generale, nuove tecnologie stanno convergendo, e grazie a queste il costo di produrre piccoli lotti in grande varietà sta progressivamente diminuendo. Se la fabbrica del passato forniva milioni di prodotti identici tra loro, quella del futuro è certamente orientata alla personalizzazione di massa. Non è più necessario costruire un prodotto partendo da

<sup>6</sup> <http://www.economist.com/node/21553017>, *The Third Industrial Revolution*

diverse componenti separate che vengono assemblate e saldate insieme; potrebbe essere sufficiente disegnare un modello al computer e stamparlo con una stampante 3D che costruisce l'oggetto aggiungendo materiale strato dopo strato. Questo apparecchio può funzionare ovunque, anche se non sorvegliato ed è in grado di produrre alcuni oggetti troppo complessi per essere creati da un macchinario tradizionale.

Come tutte le rivoluzioni, anche questa sarà di tipo “disruptive”<sup>7</sup> e riguarderà non solo il modo in cui gli oggetti sono realizzati, ma anche il luogo in cui si producono.

È forse prematuro parlare di *reshoring* dovuto all'avvento delle nuove tecnologie, ma lo scenario che si sta delineando ha tutte le carte in regola per accelerare il fenomeno del ritorno della produzione in patria.

Un altro contributo sul tema, molto più recente e proveniente da una fonte di carattere diverso da quelle riportate finora, è un articolo del 3 gennaio 2014, *Economia mondiale verso una nuova rivoluzione industriale – Parola al mercato*. Scrive Jean-Sylvain Perrig<sup>8</sup> sul Corriere della Sera: “Il nostro mondo potrebbe trovarsi alla soglia di una nuova rivoluzione industriale. Ogni rivoluzione industriale si traduce in un'esplosione della produttività e una crescita importante degli utili, soprattutto nel corso dei primi anni. Genera dunque una creazione, e spesso anche una redistribuzione della ricchezza senza precedenti”. “La nuova rivoluzione industriale [...] riguarda la digitalizzazione del ciclo produttivo e dell'attività economica in generale”. Tutto ciò dovrebbe “cambiare profondamente il modo di funzionare delle nostre economie”. Grandi trasformazioni, secondo l'autore dell'articolo, stanno imperversando sul sistema economico globale, con conseguenze che potrebbero rivoluzionare prima di tutto la manifattura. La digitalizzazione della produzione, infatti, ci sta spingendo sempre più verso una direzione in cui piccoli lotti e prodotti personalizzati potranno essere realizzati a costi sostenibili. Oggetti sempre più complessi potranno essere prodotti, riducendo al minimo gli scarti e la produzione potrà progressivamente tornare lì, dove è presente il know-how, accelerando il processo di *reshoring* (o *onshoring*, come lo definisce nell'articolo); non si tratta quindi di cambiamenti che influenzano il solo mondo della manifattura, del

---

<sup>7</sup> <http://blog.wired.it/disruptiveinnovations/2013/07/18/cose-una-disruptive-innovation.html>.

Un'innovazione **disruptive** è in grado di sovvertire i paradigmi tradizionali, di trasformare l'ecosistema della società, il modo in cui i prodotti sono concepiti, i modelli di business.

<sup>8</sup> Jean-Sylvain Perrig è chief investment officer di UBP, Union Bancaire Privée

[http://www.corriere.it/notizie-ultima-ora/Economia/UBP-economia-mondiale-verso-nuova-rivoluzione-industriale-PAROLA-MERCATO/03-01-2014/1-A\\_010026499.shtml](http://www.corriere.it/notizie-ultima-ora/Economia/UBP-economia-mondiale-verso-nuova-rivoluzione-industriale-PAROLA-MERCATO/03-01-2014/1-A_010026499.shtml) (3 gennaio 2014)

*concept* e della produzione dei prodotti, ma di trasformazioni che potrebbero modificare anche il loro consumo e il tessuto sociale.

Unitamente a queste innovazioni, si assiste a una crescita inarrestabile del web, che contribuisce all'abbassamento dei costi, soprattutto per quanto riguarda l'accesso ai canali distributivi: nuove possibilità di distribuzione si aprono quindi nell'era della manifattura digitale.

Vi è chi crede che stiamo vivendo una nuova rivoluzione digitale, chi invece sostiene che ci troviamo all'alba di una rivoluzione industriale: senza focalizzarsi su chi ha ragione o chi ha torto, è necessario prendere atto del fenomeno e provare a capire quali saranno le conseguenze. Che sia già in atto o che stia per arrivare, si parla dunque di *rivoluzione* e come tale si tratta di una profonda e irreversibile trasformazione, che partendo da un'innovazione tecnologica colpisce dapprima il sistema produttivo, e si espande poi al sistema economico e sociale.

È un fenomeno partito dagli Stati Uniti, che si sta rapidamente espandendo, investendo totalmente il settore manifatturiero mondiale, dall'America all'Asia, dall'Europa all'Africa, trasformando il modo di produrre, distribuire e concepire gli stessi prodotti.

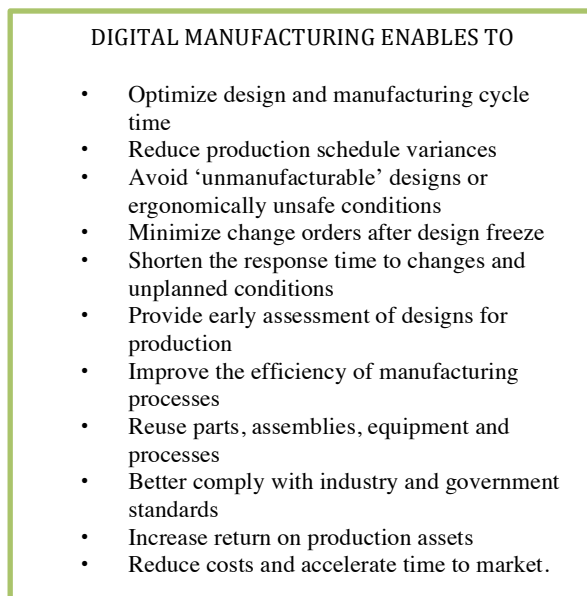
Alla luce dei contributi sopra esposti, infatti, emerge che questa rivoluzione del *digital manufacturing* ha un immenso potenziale di cambiamento, soprattutto per quanto riguarda il mondo della *produzione*, con nuove tecniche, strumenti e processi atti a realizzare i prodotti. Molte di queste tecnologie rientrano in ciò che fino a qualche anno fa veniva comunemente definito prototipazione rapida. Oggi la terminologia rapid prototyping diventa riduttiva, in quanto digital manufacturing racchiude processi che vanno ben oltre la semplice prototipazione: definisce strumenti e tecnologie che porteranno a una manifattura di tipo custom, in cui sarà possibile creare prodotti che si adattano perfettamente ad un unico cliente. La manifattura digitale potrà provocare un cambiamento di focus dalla produzione di massa alla produzione personalizzata, che potrà essere realizzata su piccola scala: da piccole e medie imprese o direttamente in-house, dagli utilizzatori finali. L'altra grande novità che questa rivoluzione della manifattura porta, infatti, è rappresentata dai *soggetti* che dominano la scena produttiva: i singoli produttori, che vengono oggi definiti makers. *Nuovi modelli distributivi*, infine,

accompagnano questi cambiamenti: si sviluppano piattaforme web-based che promuovono i prodotti in modo del tutto originale.

## 1.2 Digital Manufacturing: Le tecnologie

Una definizione tecnica di ciò che si intende con *digital manufacturing*, può essere fornita da CIMdata: “Solutions that support manufacturing process planning collaboration among engineering disciplines, from product design to manufacturing...”

Figura 1.4. I vantaggi della manifattura digitale



Fonte: *Digital Manufacturing: Extending the Value of PLP*, IBM Product Lifecycle Management, 2007

Digital Manufacturing is, in practice, an integrated suite of tools that work with product definition data to support tool design, manufacturing process design, visualization, simulation and other analyses necessary to optimize the manufacturing process”.<sup>9</sup> Ci si riferisce a un insieme integrato di strumenti e tecnologie a supporto della produzione che riguardano tutte le fasi del processo, dal disegno del prodotto fino alla realizzazione dell’oggetto finito e che consentono di ottimizzare, per molti aspetti, il processo produttivo. Il tempo di design del prodotto, grazie a software di progettazione assistita,

<sup>9</sup> Digital Manufacturing in PLM Environments — A CIMdata White Paper — January 2006

viene ridotto e strumenti di simulazione consentono di arrivare a una definizione ottimale dell'oggetto prima che questo venga prodotto. Gli sprechi sono ridotti al minimo, come anche il time to market, rispondendo sempre più rapidamente a un mercato che si fa via via più competitivo ed esigente. Il cliente è soddisfatto in tutto e per tutto, con l'offerta di un prodotto personalizzato in ogni dettaglio; il costo di realizzare un unico pezzo, infatti, diventa sostenibile e "conveniente", al contrario di quanto accadrebbe sfruttando macchinari e processi impiegati nelle produzioni di massa.

Diverse sono le tecnologie e gli strumenti che consentono di ottenere tutto questo e sarebbe impossibile approfondirli tutte; alcuni però meritano particolare importanza, se si tratta il tema della produzione nell'era della manifattura digitale: macchine a controllo numerico, laser cutter e stampanti 3D sono tra i protagonisti di questa rivoluzione.

### **1.2.1 Macchine a Controllo Numerico**

Il Computer Numerical Control (CNC) è sicuramente il primo esempio di tecnologia che ha cambiato il modo di concepire la produzione e realizzare gli stessi prodotti.

Andando a ritroso nel tempo, per capire dove e quando effettivamente ci fu la prima scintilla di cambiamento, bisogna risalire a Boston nel 1952 quando alcuni ricercatori del Massachusetts Institute of Technology collegarono un antenato del computer digitale a una fresatrice, creando il primo esemplare di macchina a controllo numerico.<sup>10</sup> Attribuendo a un programma del computer il compito del macchinista di girare le viti che muovevano il blocco di metallo, i ricercatori furono in grado di realizzare componenti per aeromobili dalle forme estremamente complesse, molto più di quanto si poteva fare a mano.

Da quel momento, tutti gli strumenti da taglio hanno cominciato a essere montati su piattaforme controllate da computer; oggi le macchine a controllo numerico (CNC) toccano la quasi totalità dei prodotti commercializzati: direttamente, perché sono in tutto o in parte realizzati da questi macchinari, o indirettamente, perché sono prodotti mediante stampi realizzati attraverso CNC.

---

<sup>10</sup> *Foreign Affairs* November/December 2012, Volume 91, Number 6.



Il Computer Numerical Control è una forma specializzata e versatile di Soft Automation le cui applicazioni ricoprono ambiti svariati, nonostante sia stato sviluppato inizialmente per controllare il moto e le operazioni di macchine utensili. Può essere considerato un modo di gestire una macchina attraverso l'utilizzo di valori numerici discreti inseriti nello strumento; le informazioni tecniche richieste (*input*) sono immagazzinati in dispositivi input simili a hard disk, DVD, USB flash drive. La macchina segue una sequenza predeterminata di operazioni alla velocità necessaria stabilita per realizzare il prodotto della giusta forma e dimensione, il tutto secondo risultati prevedibili. Un prodotto diverso può essere realizzato semplicemente riprogrammando la macchina: per questo piccole produzioni e di grande varietà sono giustificate.

Figura 1.5. Esempio di macchine a controllo numerico. A sinistra un dispositivo industriale, a destra un dispositivo desktop



*Fonte:* Elaborazione personale

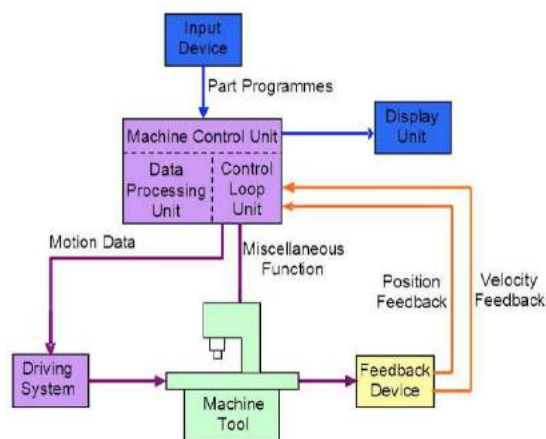
È una macchina utensile i cui meccanismi sono subordinati all'azione di un sistema elettronico a logica programmabile, o più semplicemente i cui movimenti di lavorazione sono subordinati al comando di un computer, che governa spostamenti e funzioni della macchina secondo un programma prestabilito. Il funzionamento si basa sul redigere un programma che sostituisca le prestazioni di un operatore umano nell'effettuare varie manovre con i meccanismi. Tali manovre sono comandate da un sistema che consente

di effettuare con la massima precisione, in tempi opportuni e in modo sequenziale, il programma di lavoro.

La definizione di CNC data dall'Electronic Industry Association (EIA) lo definisce "A system in which actions are controlled by the direct insertion of numerical data at some point. The system must automatically interpret at least some portion of this data". Si tratta dunque di un sistema in cui le azioni sono controllate dall'inserimento diretto di dati numerici, che vengono automaticamente interpretati dal processo. È quindi un sistema che riceve dati, li interpreta e controlla le azioni in accordo alle informazioni ricevute.

Il tipo di controllo delle moderne macchine CNC è un sistema a circuito chiuso; vi è un dispositivo di feedback che monitora costantemente l'output in modo che ogni minimo elemento di disturbo sia corretto nel momento in cui si manifesta.

Figura 1.6. Elementi di un sistema a controllo numerico



Fonte: google images

Gli elementi che compongono una macchina a controllo numerico, come si può notare nella figura 4, sono il dispositivo di input, l'unità di controllo della macchina, la macchina utensile, il sistema *driving*, il dispositivo di feedback e l'unità display.

Le macchine CNC sono largamente usate nell'industria metallica, ma sono applicate a settori sempre più vari. Vengono in particolar modo utilizzate per realizzare parti dai contorni complessi, elementi che richiedono una stretta tolleranza e una buona ripetibilità, componenti che potrebbero richiedere numerosi cambiamenti ingegneristici come durante la fase di sviluppo prodotto, pezzi necessari con una certa urgenza,

prodotti realizzati in piccole quantità e in generale in tutti i casi in cui un errore umano potrebbe tramutarsi in un costo significativo da sostenere. Possono lavorare moltissimi materiali, tra cui legno, pietra, vetro, plastica, alluminio, metalli e altri compositi.

Gli esemplari più comuni di strumenti CNC includono la macchina trapano, il centro di tornitura, la pressa foratrice, la smerigliatrice, la fresatrice, i robot industriali, la macchina da taglio a getto d'acqua e la macchina a taglio laser.

### **1.2.2 Laser Cutter**

Come anticipato poco sopra, il laser cutter è uno strumento a controllo numerico. Per comprenderne il funzionamento è sufficiente immaginare che esista un modo controllato di bruciare vari materiali; *bruciare*, perché calore, fiamme, fumo e vapori sono effetti collaterali di questo processo che, se non gestito correttamente, può risultare dannoso per l'oggetto lavorato, per la persona che lavora con il sistema e per gli stessi strumenti da taglio.

La tecnologia di *laser cutting*, nata negli Stati Uniti negli anni '70, funziona con un laser pilotato da un computer che colpisce una superficie e, scaldandola, la taglia. Il processo inizia con un foglio di materiale che viene disteso su un tavolo perforato all'interno della cabina laser. Dopo aver chiuso il coperchio della macchina, un file CAD viene caricato nel software che controlla la posizione del laser e il laser viene acceso. Prima che il taglio abbia inizio, si attiva un sistema di estrazione, che fa fluire aria all'interno della camera, attorno al materiale, e nuovamente fuori, in modo da controllare fiamme, fumo e vapori. Il taglio ha poi inizio: mentre il laser ad alta potenza taglia, il materiale in eccesso viene sciolto, bruciato o vaporizzato; un getto di gas ad alta pressione soffia via eventuali detriti, generando una superficie tagliata altamente definita.

Se impiegata per alcuni tipi di lavorazioni, la tecnologia di laser cutting è senza dubbio la scelta migliore, ma potrebbe non rivelarsi la soluzione ideale. Numerosi fattori devono essere considerati nel momento in cui si decide di applicare o meno questa tecnologia. Il laser è pensato per lavorare con oggetti dalla forma piatta, che non superano i 12 millimetri di spessore. Legno lamellare, metallo, acrilico (e acrilico

specchio), compensato, cartone, pelle conciata, feltro, sughero sono solo alcuni dei materiali che possono essere lavorati dalle macchine da taglio laser.

Figura 1.7. Esempi di Laser Cutter Machine. A sinistra un modello professionale, a destra un modello desktop



*Fonte:* Elaborazione personale

Le macchine da taglio laser si distinguono dalle macchine da taglio tradizionali non solo perché sono computerizzate e perché riproducono su una superficie un disegno realizzato a computer mediante appositi programmi, ma per molti altri aspetti. Il laser non entra mai in contatto fisico con la superficie da lavorare, per questo vi sono meno problemi di usura del macchinario e si riducono le possibilità che il materiale da trattare venga contaminato. Il risultato che si ottiene è caratterizzato da precisione molto maggiore rispetto a quella raggiungibile con strumenti meccanici. Il laser lavora a migliaia di impulsi al secondo, scaldando il materiale fino al punto di asportarne una parte, provocando così il taglio. L'elevata velocità del processo consente di ridurre al minimo eventuali distorsioni del materiale provocate dal calore.

Come le altre tecnologie protagoniste di questa rivoluzione nella produzione, anche il taglio laser era inizialmente destinato ad applicazioni esclusivamente industriali e che si esaurivano nel campo della prototipazione. Oggi, a seguito della democratizzazione delle tecnologie in corso, il laser cutter è uno strumento utilizzato per realizzare prodotti

finiti estremamente personalizzati ed è impiegato da piccole imprese, officine, laboratori o singoli individui spinti dalla voglia di fare.

### **1.2.3 Additive Manufacturing o 3D Printing**

“All talk shows have shown a 3D printer with an enthusiastic evangelist user, major newspapers have published page-size stories, even some retail stores are now offering 3D printers to the general public.”<sup>11</sup> Nonostante uno dei massimi esperti sul tema, Neil Gershenfeld, dichiara che la fabbricazione digitale consiste in molto più che il 3D printing, è indubbio che la stampa 3D sia ormai diventata mainstream e un approfondimento a riguardo è necessario, dal momento che questa tecnologia pare essere il vero protagonista della rivoluzione più volte menzionata.

Una delle ragioni per cui il 3D Printing ha riportato così tanto successo e consensi, è forse il suo essere una tecnologia di produzione totalmente opposta a quelle tradizionali. Mentre le tecnologie appena descritte, CNC e laser cutting, rientrano in ciò che viene definito tecniche sottrattive, la stampa 3D è una tecnica additiva. In un processo sottrattivo si parte da un singolo blocco di materiale solido, le cui dimensioni sono maggiori rispetto a quelle dell'oggetto finale; porzioni del materiale vengono rimosse finché non si raggiunge la forma desiderata. La manifattura additiva, come suggerisce il nome, parte invece da uno spazio vuoto e procede aggiungendo piccole parti di materiale finché la forma desiderata non è raggiunta. Il prodotto finale è di dimensioni maggiori rispetto al materiale allo stato di partenza; i materiali sono manipolati e combinati fino a formare l'oggetto desiderato.

L'additive manufacturing è sicuramente la tecnologia più recente tra quelle descritte. La sua storia inizia nel 1984, quando Charles Hull, fondatore di 3D Systems<sup>12</sup>, ha inventato la stereolitografia, un processo di stampa che consente a un oggetto tridimensionale di essere creato a partire da dati e file digitali. Da allora i processi sono in continua evoluzione, così come le tecniche e i materiali impiegati nella lavorazione. Il principio resta, però, lo stesso: la tecnologia di stampa 3D consente oggi, come allora, di creare oggetti tridimensionali aggiungendo materiale strato dopo strato, partendo da un modello disegnato al computer.

---

<sup>11</sup> <http://www.tctmagazine.com/additive-manufacturing/digital-manufacturing-3d-printing-and-cnc-machining/>

<sup>12</sup> <http://www.3dsystems.com> 3D Systems è uno dei colossi mondiali per la stampa 3D.

Il prodotto, infatti, viene modellato con un sistema CAD-CAM (computer-aided-design – computer-aided-manufacturing) e viene rappresentato come superfici chiuse che a loro volta definiscono un ambiente chiuso. I dati devono specificare in modo molto accurato l'interno, l'esterno e i confini del modello.

Il modello viene poi convertito in un file di formato STL (Stereo Lithography interface format), che origina da 3D Systems. Il formato STL approssima la superficie del modello con dei poligoni.

Un programma al computer in seguito analizza il file STL che definisce il modello da costruire e lo suddivide (“taglia”) in sezioni trasversali. Queste sezioni trasversali sono sistematicamente ricreate mediante la solidificazione di liquido o polvere per formare il modello 3D.

Esistono diverse classificazioni, ma le più comuni suddividono le tecnologie di additive manufacturing sulla base del materiale di partenza. Si avranno dunque: sistemi basati su materiale liquido, come la stereolitografia; sistemi basati su materiale solido, come il fused deposition modeling; sistemi basati su materiale polveroso, come la sinterizzazione laser.

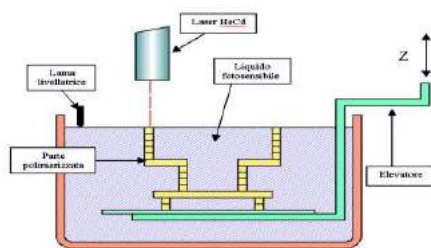
#### *Liquid-based Systems: La stereolitografia*

Questi sistemi costruiscono gli oggetti in una “vasca” di resina liquida fotosensibile, una resina organica che si solidifica con l'esposizione alla luce. La luce solidifica la resina vicino alla superficie, formando un sottile strato indurito. Una volta che lo strato è completato, viene abbassato da un sistema di controllo elevazione per permettere allo strato successivo di resina di essere ricoperto e formato similmente su di esso. Questo processo continua finché l'intera parte da costruire è completa. La vasca viene poi scolata e la resina rimossa. La stereolitografia si basa su due principi fondamentali: le parti sono costruite a partire da una resina fotosensibile che solidifica quando viene esposta a un raggio laser (in sostanza, subisce il processo di fotopolimerizzazione) che scorre attraverso la superficie della resina; la costruzione avviene strato dopo strato; ogni strato è scansionato da un sistema di scansione ottica e controllato da un meccanismo di elevazione che si abbassa al completamento di ogni strato.

I punti di forza principali di questa tecnologia consistono nella possibilità di operare a ciclo continuo, ventiquattro ore su ventiquattro, senza interruzione e di lavorare su spazi

produttivi di diverse dimensioni. La stereolitografia gode inoltre di una buona accuratezza, consente di ottenere una superficie finita liscia e può impiegare molti materiali diversi. Tra i punti di debolezza, emerge però la necessità di avviare processi di lavorazione una volta che la produzione è terminata, che possono richiedere molto tempo.

Figura 1.8. Funzionamento SLA e esempio di macchina per SLA



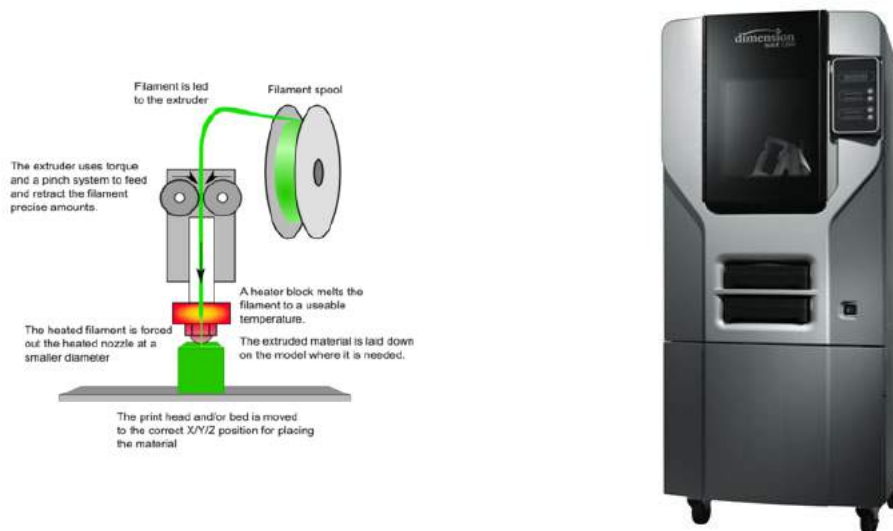
Fonte: Elaborazione personale

### *Solid-based Systems: Fused Deposition Modeling*

Questi sistemi costruiscono il prodotto a partire da un materiale che si trova sotto forma di bobina di filo, molto simile a quello da pesca. Il filo passa attraverso una testa di estrusione che lo riscalda facendolo passare dallo stato solido a uno stato semi-liquido. Una volta che il filo è riscaldato, è estruso attraverso la testa e depositato in strati ultrasottili, uno dopo l'altro. L'ambiente circostante alla testa di estrusione si trova a una temperatura inferiore rispetto a quella di fusione, per questo il materiale in uscita solidifica rapidamente. La testa segue il percorso generato dal software, creando un livello alla volta, per riprodurre il modello contenuto nel file CAD. I vantaggi connessi a questa particolare tecnologia riguardano soprattutto la riduzione al minimo degli sprechi, poiché viene impiegata la giusta quantità di materiale necessaria a costruire il prodotto desiderato, e la facilità con cui il modello viene ripulito, una volta terminata la produzione. Il materiale, inoltre, può essere sostituito molto rapidamente e il sistema non richiede particolare manutenzione. Il prodotto realizzato attraverso FDM, però,

risulta poco preciso e non altamente definito e il processo di produzione si svolge a una velocità molto limitata.

Figura 1.9. Funzionamento processo FDM e esempio di macchina per FDM



Fonte: Elaborazione personale

#### *Powder-based Systems: Sinterizzazione Laser Selettiva (SLS)*

Il processo di sinterizzazione laser inizia con la deposizione di uno strato di polvere termofusibile sulla camera di costruzione del prodotto. La sezione trasversale più bassa del modello CAD dell'oggetto da produrre viene *selettivamente disegnata* da un laser a CO<sub>2</sub> sulla polvere depositata. L'interazione del raggio laser con la polvere, fa aumentare la temperatura fino al punto di fusione e solidificare il materiale. L'intensità del raggio laser viene regolata in modo da fondere la polvere solo nelle aree corrispondenti alla geometria del pezzo in quella sezione. La polvere che circonda l'oggetto in costruzione deve restare intatta in quanto può fungere da supporto al prodotto. Quando il disegno della prima sezione trasversale è ultimato, un meccanismo a rullo deposita uno strato di polvere, sopra allo strato solido appena realizzato. Questi step si ripetono fino a che la realizzazione del prodotto non è completa.

La sinterizzazione si dimostra vantaggiosa perché offre buona stabilità e precisione durante la costruzione dell'oggetto e una vasta gamma di materiali di lavorazione tra cui scegliere (il più utilizzato è sicuramente la poliammide). Inoltre, una volta terminata la



produzione, il pezzo risulta ben definito e richiede solo una minima post elaborazione. Tra gli svantaggi sono da annoverare le grandi dimensioni dei macchinari, che richiedono spazi molto ampi per ospitarli, l'elevato consumo di energia e la finitura della superficie ottenuta, che può apparire povera se confrontata con quella ottenuta tramite stereolitografia.

Figura 1.10. Funzionamento SLS e esempio di macchina per SLS



Fonte: Elaborazione personale

### 1.2.3.1 Le ragioni per l'adozione e la crescita del mercato

Di recente<sup>13</sup> si è tenuto a Londra il 3D PrintShow, una delle più grandi manifestazioni mondiali sul 3D printing, con esposizioni, incontri e conferenze che hanno visto alternarsi persone illustri e massimi esperti in materia.

Phil Reeves, managing director presso Econolyst<sup>14</sup>, ha illustrato durante la Elite Business Conference<sup>15</sup> quelli che costituiscono i driver economici per l'adozione della tecnologia di additive manufacturing. Per cominciare, la tecnologia consente di

<sup>13</sup> novembre 2013

<sup>14</sup> <http://www.econolyst.co.uk>

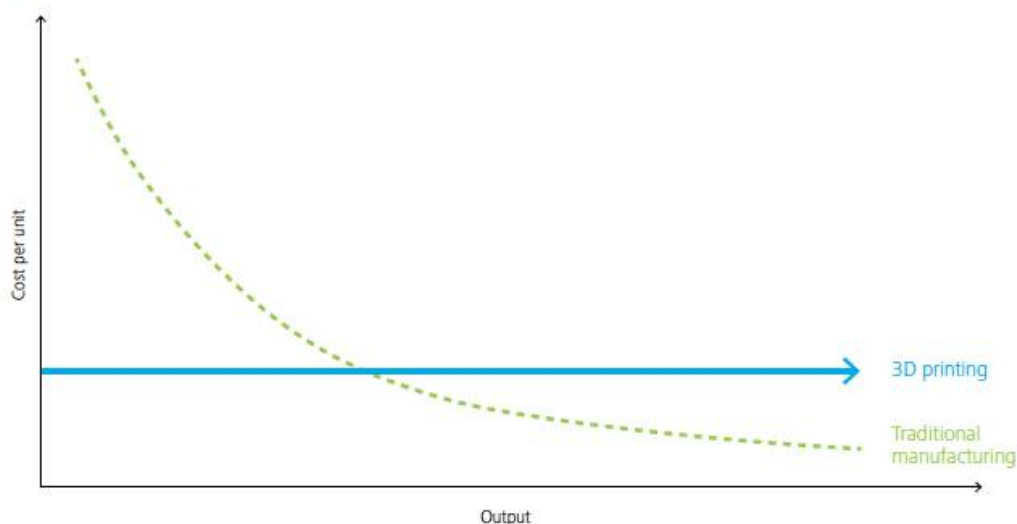
<sup>15</sup> Elite Business Conference, Venerdì 8 novembre 2013, 3D PRINTSHOW, Londra Sessione 1 – 3D printing: opportunities for business exploitation

realizzare piccole produzioni e bassi volumi, senza sostenere i costi elevati che sarebbero invece previsti dai processi di manifattura tradizionale. Permette di massimizzare la complessità del design dei prodotti concepiti e ideati, senza porre freni alla creatività. Per la prima volta geometrie complesse potranno essere realizzate senza che ciò si traduca in maggiori costi da sostenere. Altro driver indicato dal dott. Reeves è la personalizzazione: i prodotti, attraverso la tecnologia del 3D printing, possono essere realizzati esattamente per il cliente e sul cliente. Ne sono un esempio i prodotti in ambito medico, come protesi o tutori, che riescono a raggiungere un livello eccellente di adattabilità alla persona. Dal momento che la tecnologia di additive manufacturing non richiede stampi, ci si potrà muovere sempre più verso la direzione della mass customization, sfruttando l'incredibile flessibilità dei sistemi di *computer aided manufacturing* e apportando rapidamente modifiche alle geometrie dei disegni. Un altro importante driver per l'adozione è la sostenibilità, economica e ambientale. Attraverso l'impiego di questa tecnologia, si riducono al minimo gli sprechi poiché tutte le variazioni al prodotto possono essere apportate al file digitale, senza dover realizzare fisicamente l'oggetto ogni qualvolta l'idea venga modificata (si pensi a tutti i cambiamenti che normalmente sono apportati a un oggetto durante la fase di sviluppo prodotto). Si possono eliminare le ingenti scorte di magazzino, producendo *on demand* e *just in time*, mantenendo invece un archivio digitale con i prodotti pronti per essere stampati. Ciò rispetta l'ambiente ed aumenta l'efficienza della supply chain e dell'organizzazione in generale.

Uno dei maggiori vantaggi connessi all'impiego della tecnologia di 3D printing è senza dubbio legato al costo delle piccole produzioni. A partire dalla seconda rivoluzione industriale e dalla ormai celebre Ford T di Henry Ford, la produzione di massa ha dominato il mercato del consumo, offrendo beni standardizzati e totalmente privi di personalità. Le economie di scala hanno sicuramente giustificato questa tendenza, consentendo la riduzione del costo per unità all'aumentare della quantità prodotta. Oggi con lo sviluppo di questa tecnologia ci troviamo di fronte a un'inversione di paradigma: come si può notare nel grafico sottostante, il costo di un'unità stampata in 3D resta costante all'aumentare della quantità. L'impiego del 3D printing per la produzione risulta quindi sconveniente dal punto di vista economico se si continua a ragionare in

termini di standardizzazione e produzione di massa; se invece si vuole incontrare la domanda di consumatori attenti, accorti ed esigenti, che non si accontentano di un prodotto esattamente uguale ad un altro, consente di farlo, a costi contenuti.

Figura 1.11. Costi e volumi di produzione: Manifattura tradizionale vs 3D printing



Fonte: *Disruptive Manufacturing. The effects of 3D Printing*, Deloitte

Questo a dimostrazione del fatto che la manifattura digitale (con l'impiego di stampa 3D e altre tecnologie di cui si è parlato) non potrà mai sostituire completamente la manifattura tradizionale, che continuerà ad esistere servendo lo stesso mercato di sempre. Alcuni oggetti inevitabilmente continueranno a essere prodotti con le logiche della produzione di massa. La manifattura digitale rivoluziona il modo di produrre proprio perché nuove tecniche si stanno affiancando ai tradizionali processi produttivi consentendo di soddisfare una domanda finora non soddisfatta completamente.

A partire dalla sua prima apparizione, negli anni '80, la tecnologia del 3D printing è notevolmente cambiata.

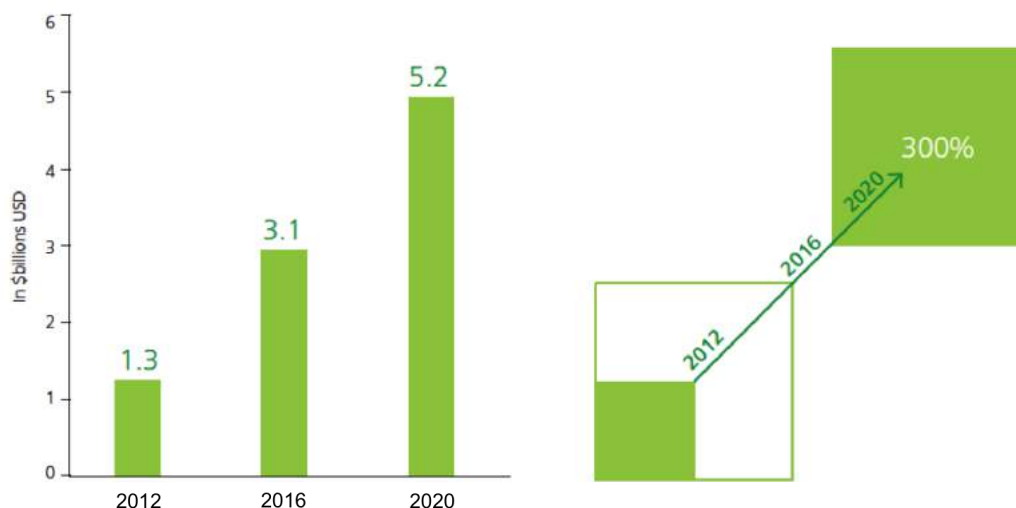
Una dimostrazione di ciò può essere considerata Emerging Objects<sup>16</sup>, una startup americana fondata a Oakland, CA, nel 2012, da due architetti con l'obiettivo di stampare utilizzando processi e materiali customizzati. Grazie alle loro continue

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

ricerche e sperimentazioni, oggi possono stampare con materiali che vanno dal legno al cioccolato, dalla carta al sale, dai polimeri di cemento al nylon e all'acrilico.

Gli ambiti di applicazione della tecnologia, inoltre, sono sempre più vari e la domanda è in rapido aumento, spaziando dal consumatore finale all'industria dell'automotive o dell'aeronautica, tanto che la Consumer Electronics Association prevede che le vendite di stampanti 3D nel 2017 raggiungeranno i 5 bilioni di dollari (1,7 bilioni di \$ nel 2011). Come illustrato nella figura, ci si aspetta che la tecnologia subisca una crescita di circa il 300%, dal 2012 al 2020, cambiando ogni settore che incontra e trasformando completamente i tradizionali processi produttivi<sup>17</sup>.

Figura 1.12. La crescita del settore del 3D printing



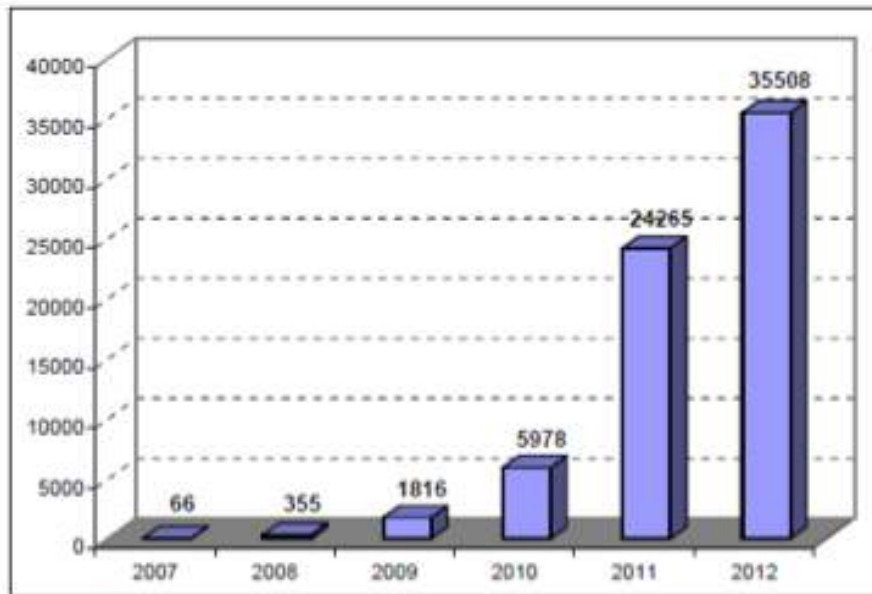
Fonte: *Disruptive Manufacturing. The effects of 3D Printing*, Deloitte

Parte della crescita del settore 3D printing, in generale, è sicuramente dovuta all'aumento di interesse verso le personal printers. Si tratta di una categoria relativamente recente di sistemi di additive manufacturing (AM), che ha subito un'accelerazione a livello di sviluppo e popolarità negli ultimi sei anni. Wohlers Associates definisce stampanti 3D personal come sistemi di AM che vengono venduti per meno di 5,000 dollari. Nella figura seguente, che rappresenta il numero medio stimato di sistemi di tipo personal venduti ogni anno, si può notare come le vendite siano cresciute in

<sup>17</sup> <http://on3dprinting.com>

media del 346% ogni anno, dal 2008 al 2011. Nel 2012 la crescita si è bruscamente arrestata al 46.3%, mantenendo però un trend positivo.

Figura 1.13. Numero di Sistemi 3D printing di tipo personal venduti ogni anno



Fonte: Wholers Report 2013

C'è chi sostiene che i maggiori benefici che si potevano trarre da questi sistemi, sono ormai stati colti e questo spiegherebbe perché le vendite nell'ultimo anno siano cresciute meno rispetto agli anni scorsi. Molte di queste macchine sono state vendute a studenti, hobbisti, do-it-yourselfers, makers e giovani ingegneri; si tratta di una categoria di prodotti poco adatti ad applicazioni professionali o industriali. È dunque possibile che il segmento di mercato rappresentato da consumatori pionieri, innovatori e primi adottanti stia raggiungendo un livello di saturazione; questo è il pensiero di alcuni, non lo specchio della realtà.

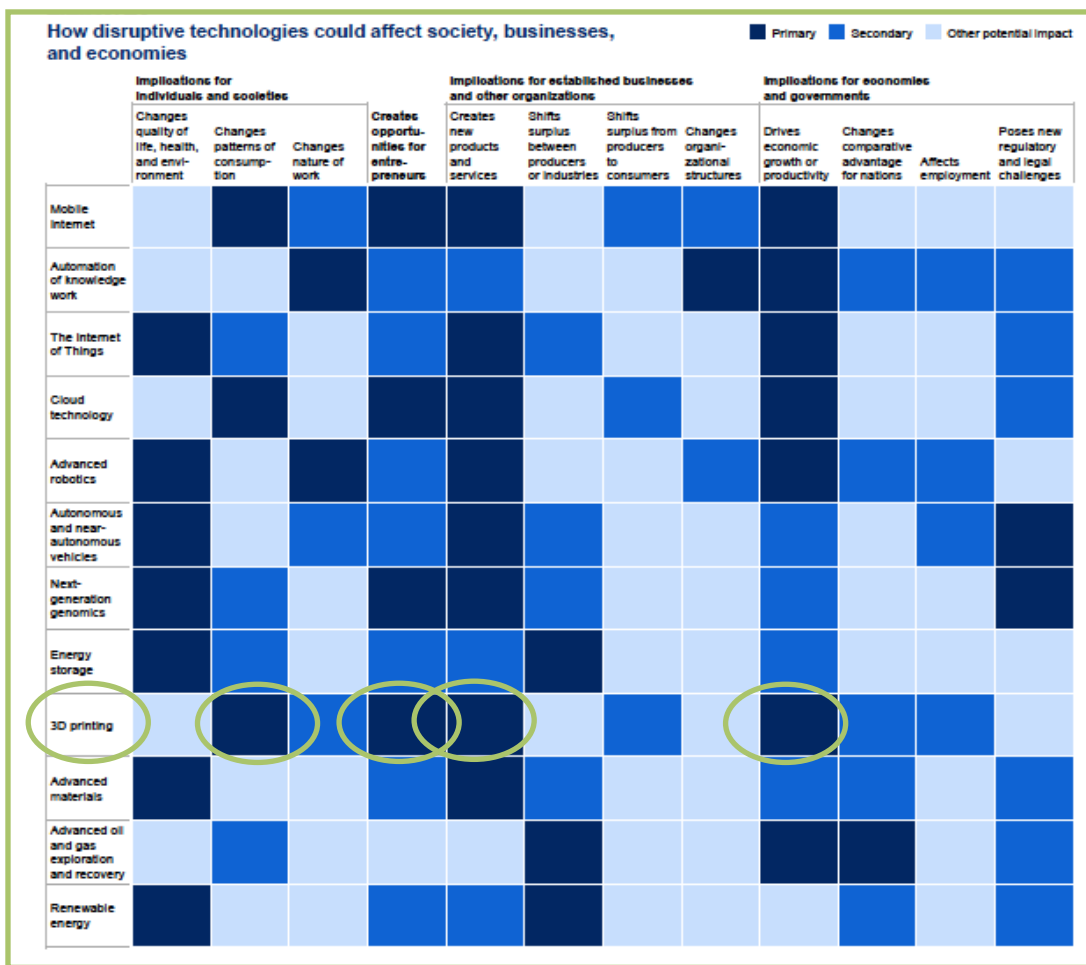
È difficile tracciare le vendite di stampanti 3D di tipo desktop, in parte perché aumenta continuamente il numero di startup produttrici di questi sistemi, e in parte perché la stampante desktop è nata come progetto open source e in grado di auto replicarsi; è dunque probabile che nonostante la maggior parte dei modelli venduti oggi siano prodotti completi e pronti a funzionare, molti consumatori scelgano di acquistare la versione "kit da assemblaggio" comprando componenti anche su canali non ufficiali.

È indubbio che questi sistemi non incontrino gli standard di qualità delle organizzazioni che si occupano di sviluppo prodotto e di produzione, ma le capacità delle personal 3D printer miglioreranno sempre più col passare del tempo, tanto che alcune potrebbero addirittura essere in grado di soddisfare la fascia professional del mercato. La differenza tra le categorie, però, oggi esiste e pare essere molta; a confermare la cosa, sono i prezzi a cui i prodotti vengono venduti. Le cifre che compaiono su Wohlers Report 2013 attestano che il prezzo medio di vendita di una personal 3D printer è stato di 1,124 dollari nel 2012 (1,030 dollari nel 2012), contro i 79,480 dollari di un sistema professionale – industriale (73,220 dollari nel 2011). Facendo un rapporto tra i dati 2012, emerge che vi è una differenza di 70x, il che spiega l'enorme diversità tra le due categorie di sistemi. Non si sa ancora quale sarà il futuro di questi strumenti, ma la progressiva democratizzazione della tecnologia potrebbe davvero portare a una soluzione intermedia tra le due classi di prodotti, che si avvicini alle stampanti desktop per quanto riguarda i costi contenuti del prodotto, e che si avvicini a quelle professionali, in termini di qualità del prodotto realizzato e varietà degli ambiti di applicazione.

Un'analisi effettuata dal McKinsey Global Institute sulle tecnologie considerate *disruptive* riporta in un report aggiornato a maggio 2013 il loro potenziale impatto economico. Una parte della ricerca è dedicata a identificare come queste tecnologie possano influenzare gli individui, le società, le organizzazioni e i governi in modo radicale, da oggi fino al 2025. Considerando l'impatto trasformativo potenziale di ognuna di queste tecnologie, emerge che i cambiamenti saranno rivolti in diverse direzioni.

Osservando la tabella riportata, e focalizzandosi sulla tecnologia di 3D printing, si può notare come questa abbia un impatto di primaria importanza (quadrati di colore blu scuro e cerchiati da una linea verde) sia per quanto riguarda individui e società, sia per business esistenti e altre organizzazioni, sia per le economie e i governi.

Figura 1.12. L'impatto del 3D printing su società, business ed economia



Fonte: McKinsey Global Institute analysis

Come indicato nella tabella, infatti, si prevede che la tecnologia di stampa 3D possa cambiare gli individui nel modo di consumare i prodotti e di concepirne il consumo. Potrebbe aiutare gli imprenditori a creare nuove opportunità, che cogliendo la sfida posta dalla tecnologia, potrebbero intraprendere strade alternative, differenziandosi e posizionandosi su nicchie di mercato. Anche i business consolidati e le organizzazioni esistenti potrebbero essere affetti in modo primario dall'affermarsi del 3D printing: nuovi prodotti e servizi, prima inesistenti, potrebbero cambiare le regole del gioco e obbligare i player del settore a ripensarsi.

Infine, governi e sistemi economici in generale dovrebbero riscontrare una crescita economica della produttività, grazie all'impiego di questa tecnologia.

### 1.2.3.2 Lo scadere dei brevetti: si va verso l'esplosione della tecnologia?

Nonostante il trend positivo, la crescita del settore e le previsioni più che ottimiste, la tecnologia di stampa 3D non ha ancora raggiunto una soglia definibile “adozione di massa”.

Il cambiamento avviene generalmente quando i settori vengono democratizzati e aperti alla concorrenza, si abbassano le barriere all'ingresso, nuovi player aggrediscono la scena e il prezzo dei prodotti si abbassa. La democratizzazione consente di dare gli strumenti a chi li sa usare meglio. Scrive Chris Anderson in *Makers* “Internet ha democratizzato l'editoria, il settore radiotelevisivo e le comunicazioni, e la conseguenza è stata un fortissimo incremento sia del livello di partecipazione, sia del numero di partecipanti a tutte le possibili attività digitali: la coda lunga dei bit.

Oggi sta accadendo la stessa cosa nella manifattura: la coda lunga delle cose”<sup>18</sup>.

Secondo le parole di Duann Scott, design evangelist di Shapeways, comparse in un articolo divenuto popolare sul web,<sup>19</sup> una grossa spinta alla democratizzazione della tecnologia di stampa 3D potrebbe partire da febbraio 2014, quando finalmente scadranno i brevetti che avevano frenato la competizione nel settore delle stampanti 3D avanzate e funzionali. Si tratta di brevetti sulla tecnologia di sinterizzazione laser (SLS, *selective laser sintering*), che grazie all'alta risoluzione e alla definizione del pezzo prodotto, consente di realizzare oggetti vendibili direttamente sul mercato finale. Al momento i macchinari che lavorano utilizzando questa tecnologia sono molto costosi (da decine a centinaia di migliaia di dollari) e ciò obbliga chi non può permetterseli di rivolgersi a colossi della stampa 3D come ad esempio Shapeways e utilizzare la funzione service, farsi stampare il pezzo e attendere che arrivi dove richiesto. Questo comporta però un'attesa di circa due settimane, anche a causa delle molte richieste che Shapeways riceve, che fa perdere il concetto di *produzione istantanea* connessa al potenziale della tecnologia. Secondo Scott, la rivoluzione tanto annunciata non si è ancora completamente manifestata proprio a causa della limitatezza dei modelli di stampante ora accessibili al grande pubblico. Per quanto il modo di lavorare di questi strumenti sia eccezionale e sorprendente e non possa non catturare l'interesse di chi cerca la novità, gli oggetti che questi realizzano lasciano un po' a desiderare, passato

---

<sup>18</sup> Anderson, C., *Makers. Il ritorno dei produttori*

<sup>19</sup> <http://qz.com/106483/3d-printing-will-explode-in-2014-thanks-to-the-expiration-of-key-patents/>



l'entusiasmo iniziale per la faccenda. La qualità è limitata, la definizione anche, la finitura della superficie non è eccezionale e i dettagli talvolta vengono persi. Stando a questi modelli, non sarà dunque merito delle stampanti 3D desktop ora in circolazione, che avverrà la rivoluzione nella produzione.

Febbraio 2014 sarà allora l'inizio di una nuova era per le personal 3D printers? Quando anni fa sono scaduti i brevetti che proteggevano la tecnologia FDM (detenuti da Stratasys) abbiamo assistito a un'esplosione di modelli che lavoravano con la tecnica di fused deposition modeling, sempre migliori e sempre meno costosi (Makerbot Industries ne è l'esempio più lampante). Vi è chi<sup>20</sup>, contrariamente a quello che scrive Duann Scott, ritiene che lo scadere di questi brevetti comporterà una riduzione di prezzo e un aumento di competitività tra le aziende produttrici di macchinari e sistemi di SLS, ma nulla di più. Dapprima perché i brevetti che stanno per scadere proteggono solo la versione iniziale della tecnologia, che risale alla fine degli anni '80, e non tutti gli sviluppi e i miglioramenti che sono stati apportati alla sinterizzazione laser in più di vent'anni; ciò significa che chiunque voglia sperimentare nuovi prodotti deve attenersi a una versione base di tecnologia da implementare, o rischia di essere citato in causa da chi detiene i brevetti sulle ultime versioni (3D Systems in questo caso). Un altro motivo che fa prevedere per la SLS un destino diverso da quello avuto dalla FDM è la difficoltà del processo. La tecnologia di sinterizzazione laser non potrà essere democratizzata con facilità e non sarà destinata a finire su tutte le stampanti 3D da scrivania perché è un processo complesso, che un ingegnere o un imprenditore qualunque non è in grado di apprendere in poche settimane.

Per impiegare la tecnologia di SLS bisogna lavorare in un ambiente strettamente controllato, in cui anche una minima variazione di temperatura può provocare alterazioni al processo; a questo si aggiunge il fattore *qualità* del materiale impiegato. Soprattutto se si lavora con le polveri di materiale plastico, non sono ammesse inadempienze. Nonostante ciò, lo scadere dei brevetti avrà dei risultati positivi anche a detta dei più scettici. L'articolo in questione, infatti, si conclude affermando che "Laser sintering will not be happening in everyone's home workshop anytime soon. <<But you could definitely see a huge expansion into a lower-end market, where smaller design

---

<sup>20</sup> <http://news.thomasnet.com/IMT/2013/09/04/selective-laser-sintering-patent-expiration-will-not-be-a-game-changer/>

houses can do it,>> Bauman said. <<The plastics side still has some barriers to entry, but over the next few years some of those could fall>>”<sup>21</sup>.

La rivoluzione di cui si è parlato nel capitolo è un fenomeno di trasformazione dovuto agli effetti di diversi fattori, primo fra tutti l’impiego sempre più diffuso di strumenti tecnologici (macchine CNC, laser cutter, stampanti 3D) che consentono di ripensare la produzione e il modo di concepire i prodotti.

Spesso si indicano queste come *nuove* tecnologie, anche se non si tratta di processi molto recenti (la più recente risale agli anni ’80), e sebbene i cambiamenti in atto siano partiti e siano stati possibili grazie agli strumenti *computer numerical control*, di cui anche il laser cutter fa parte, l’interesse verso il tema è esploso grazie alle stampanti 3D e a tutto ciò che ruota intorno a questi strumenti quasi magici.

In questo capitolo si è visto come la produzione può essere rivista e ripensata; per avere una panoramica completa dello scenario attuale che ruota attorno alla dimensione produttiva, nel prossimo capitolo verranno analizzati i soggetti che dominano la scena.

---

<sup>21</sup> <http://news.thomasnet.com/IMT/2013/09/04/selective-laser-sintering-patent-expiration-will-not-be-a-game-changer/>

## Capitolo 2

### **Il Digital Manufacturing e i nuovi soggetti che dominano la scena**

Nel capitolo precedente si è discusso di come le tecnologie di manifattura digitale stiano trasformando lo scenario produttivo andando a modificare il modo in cui i prodotti vengono concepiti e realizzati.

Sebbene la tecnologia in sé sia considerata l'elemento rivoluzionario per eccellenza del momento, il potenziale di cambiamento è da attribuire invece ai soggetti che stanno dominando la scena in questo periodo di transizione e che con la tecnologia interagiscono.

Dapprima coloro che rendono possibile l'utilizzo della tecnologia, ossia i produttori di macchinari e materiali, che contribuiscono allo sviluppo della stessa apportando modifiche e continue innovazioni ai processi.

Ci sono poi i soggetti che utilizzano la tecnologia, cioè la impiegano per produrre e realizzare oggetti e sono essi stessi innovatori: i makers.

Oltre ai produttori di tecnologia (macchinari e materiali) e agli utilizzatori, stanno crescendo in termini di importanza e popolarità anche i nuovi distributori. Piattaforme web-based e marketplace online stanno dominando la scena con giri d'affari che crescono nonostante il diffuso e generale trend recessivo. In alcuni casi distribuiscono il prodotto finito consentendo a chi realizza gli oggetti di aprire un vero e proprio negozio virtuale attraverso cui rivolgersi direttamente ai consumatori (Etsy), in altri casi rappresentano spazi ibridi in cui è possibile aprire uno shop, acquistare un prodotto finito, acquistare un prodotto partecipandone alla finitura (apportando delle modifiche al modello esistente, scegliendo il materiale tra una varietà di possibili proposte) o acquistare il servizio di produzione di un pezzo.

Tutto ciò è reso possibile da un altro soggetto che sta dominando la scena e che contribuisce a rendere possibile il cambiamento: il consumatore. Si sta delineando, infatti, una nuova figura di consumatore, un soggetto attivo, che intende partecipare alla produzione, che si fa sempre più esigente e richiede più varietà rispetto ai modelli comunemente offerti dal mercato.

## 2.1 I produttori di macchinari e materiali

Con l'evolversi della tecnologia, la crescita del mercato e dell'interesse verso il tema e con la scadenza di qualche brevetto che proteggeva alcune tecnologie (di cui si è detto nel capitolo precedente), lo scenario attuale presenta una moltitudine di produttori di stampanti 3D e di materiali per stampa. C'è chi si è dedicato sin dal principio al perfezionamento di tecnologie e materiali esistenti puntando al miglioramento continuo e all'offerta di un prodotto senza eguali, chi ha concentrato i propri sforzi nella sperimentazione e nell'innovazione, proponendo soluzioni sempre nuove. C'è chi si dedica da sempre alla produzione di sistemi e materiali indirizzati a un segmento industriale-professionale, chi invece ha colto il trend di crescita del mercato delle personal printers e ha deciso di ampliare il proprio target di riferimento offrendo non più solo soluzioni professionali, ma affiancando a queste dei prodotti low-cost, di tipo desktop e pensati per utilizzatori finali più comuni. C'è infine chi è nato in tempi più recenti e ha deciso di focalizzarsi solo sul mercato degli strumenti personal.

Citare e analizzare tutti i nuovi protagonisti della scena sarebbe stato impossibile. Si è scelto di approfondire tre colossi in campo di additive manufacturing, ognuno dei quali è associato allo sviluppo e al perfezionamento delle tre tecnologie principali di stampa 3D, di cui si è parlato nel capitolo precedente. Si tratta di: *3D Systems*, per la stereolitografia e la sinterizzazione in campo professionale - industriale, che sta sperimentando anche soluzioni dedicate a un target "personal"; *EOS*, per la sinterizzazione laser, che si limita all'offerta di soluzioni professionali; *Stratasys*, per la tecnologia di fused deposition modeling. A questi si aggiunge un breve approfondimento di *Makerbot*, neo-nata rispetto ai colossi sopra citati, ma un player che ha rapidamente ottenuto il successo nel mercato delle personal printers rendendo la tecnologia accessibile a tutti (è stata di recente acquisita da Stratasys).

### 2.1.1 3D Systems

3D Systems è leader di mercato nella fornitura di sistemi e soluzioni integrate per il 3D printing, la prototipazione rapida e la produzione, e nella realizzazione di oggetti o componenti su richiesta. Come si nota nella figura sottostante, infatti, il sito web di 3D Systems consente agli interessati di esplorare la sezione “stampanti 3D”, la categoria “parti personalizzate”, l’area “software” e quella “soluzioni”.

Figura 2.1. Sito web 3D System



Fonte: [www.3dsystems.com](http://www.3dsystems.com)

Sempre osservando la figura che riporta la home page del sito, si può notare l’immagine di Charles Hull, con la frase “one man’s invention sparked the 3D Printing revolution”<sup>22</sup>.

Si tratta proprio di questo, dell’invenzione di un uomo. Charles detto “Chuck” Hull, che a metà degli anni 80 ha ideato questa tecnologia di tipo additivo, scardinando i paradigmi della prototipazione rapida e, in un secondo momento, della produzione tradizionale. Hull ha fondato 3D Systems nel 1986 a Valencia, in California, tre anni dopo aver inventato la tecnologia di stereolitografia. Al momento, non esisteva nulla di simile sul mercato, né in termini di risultato, né in termini di processo. E nemmeno di comunicazione. Per questo motivo a Charles Hull e 3D Systems va attribuita anche l’invenzione del formato .stl dei file CAD, pronti per essere stampati e ancora oggi in uso. Da quel momento, sono stati anni di continue spinte, sperimentazioni, e innovazioni, dapprima per commercializzare la tecnologia, poi per offrire continui miglioramenti e per garantirsi una posizione dominante sul mercato, nonostante

<sup>22</sup> <http://www.3dsystems.com>

l'affacciarsi di nuovi player.

Nonostante i primi sforzi di 3D Systems fossero orientati ad un target elevato e tecnico e la sua offerta si concretizzasse in macchinari e materiali indicati per la produzione o per scopi professionali, da qualche anno tutto il team aziendale è impegnato (ed eccitato a riguardo) in un'operazione di democratizzazione della tecnologia e di accelerazione in termini di adozione anche da chi non possiede capacità tecniche in materia. Per questo ha sviluppato diversi modelli dedicati al segment personal, pensati per essere usati anche da chi non ha competenze ingegneristiche o non è un esperto in material di 3D printing. In linea con questo, l'azienda offre infatti anche servizi di sviluppo di contenuti creativi, strumenti per progettare e servizi di download di risorse.

3D Systems si presenta dunque come leader a livello globale sia per quanto riguarda i macchinari, che per i materiali per la stampa. Cercano di servire i loro clienti con le migliori opzioni di stampa 3D esistenti, adatte ad ogni tipo di applicazione, accompagnandoli e guidandoli nella scelta (“If you can think it, you can print it, and we can help”<sup>23</sup>).

Il primo step per favorire una tecnologia aperta, accessibile e senza barriere, secondo l'azienda, è rendere le stampanti 3D tanto accessibili quanto possibili.

Per questo, la sua offerta si articola su tre livelli: il livello personal, il livello professional e il livello production. Tutti i consumatori hanno così la possibilità di scegliere la macchina più adatta a loro in termini di dimensione, performance e materiale impiegato. Ogni stampante è infatti supportata da un ampio portafoglio (il più ampio del settore) di materiali che sono stati appositamente progettati per soddisfare la più ampia gamma di applicazioni rese possibili dalla tecnologia di stampa 3D. L'obiettivo di 3D Systems è quello di garantire la più alta qualità disponibile per le parti prodotte e il supporto per le applicazioni monocromatiche e a colori più complesse.

- Per quanto riguarda il segmento *personal*, l'offerta dell'azienda si rivolge in particolar modo a studenti, hobbisti e consumatori finali, portando prodotti che sono sinonimo di qualità, accessibilità economica e contenuti convincenti. L'offerta è articolata in otto prodotti, quattro della serie Cube e quattro della serie Project. Sono macchine dal design compatto che consentono di stampare

---

<sup>23</sup> <http://www.3dsystems.com/3d-printers>

molto più rapidamente delle macchine simili presenti sul mercato, consentendo di impiegare colori diversi e in alcuni casi simultaneamente. I materiali che utilizzano vengono forniti in una vasta gamma di colori vivaci, confezionati in una sorta di cartucce “intelligenti” già pronte all’installazione nella stampante e che si regolano automaticamente, monitorando anche la quantità di materiale residuo nel corso del processo. Il PLA (Polylactic Acid), impiegato in alcuni modelli Cube, è un materiale termoplastico biodegradabile ricavato da risorse rinnovabili e per questo eco-friendly e ottimo in termini di sicurezza. È il materiale più facile da essere lavorato con la tecnologia di stampa 3D, si solidifica molto rapidamente e consente di creare geometrie complesse. L’ABS (Acrylonitrile butadiene styrene) è considerato il secondo materiale più facile da utilizzare, dopo il PLA; è un materiale sicuro come quello che viene usato per i Lego dei bambini ed è un polimero resistente, duro e durevole nel tempo; è indicato per la produzione di parti leggere e rigide. Infine vi è VisiJet, un materiale impiegato nei prodotti della serie Project che consente di creare prodotti in plastica durevoli, con eccellenti dettagli in alta risoluzione.

- Per quanto riguarda il segmento *professional*, che include macchinari di qualità superiore che consentono di ottenere risultati già eccellenti, 3D Systems offre diversi modelli differenziati in base all’ambito o al settore in cui saranno impiegati. Un sottogruppo di prodotti è rappresentato da macchinari che consentono di ottenere precisione e produttività e sono indicati per la realizzazione di parti reali di prodotto o di prototipi funzionali, resistenti a tal punto da poter subire test estetici, di adattamento e di funzione. Altre macchine prodotte da 3D Systems sono invece indicate per la realizzazione di oggetti di piccola dimensione, ricchi di dettagli e particolari come ad esempio gioielli e componenti elettronici, che richiedono una superficie estremamente accurata. Vi sono poi dei modelli di stampanti 3D a colori che rispondono alle esigenze di un’ampia varietà di clienti e sono adatti tanto alla formazione scolastica quanto all’utilizzo in ambienti commerciali e consentono l’espressione più libera di design e creatività, anche attraverso il colore. Da ultimo, grazie a diverse partnership durature e innovative con soggetti del settore medico e dentale, 3D

Systems sviluppa e offre dei macchinari che consentono di produrre con alta precisione pezzi personalizzati, migliorando l'esperienza del cliente in ambito medico e odontoiatrico. Esempi di parti prodotte sono apparecchi dentali o apparecchi acustici in-ear. I materiali impiegati dai macchinari del settore professional rientrano tutti nelle materie plastiche e compositi e differiscono tra loro i termini di resistenza allo sforzo e alla temperatura, in termini di precisione del risultato ottenuto, di durevolezza e mantenimento delle caratteristiche nel tempo.

- L'ultimo settore su cui si concentra l'offerta di 3D Systems è quello *production*. Forte della sua esperienza, l'azienda produce macchinari che incorporano le tecnologie di stereolitografia (SLA), sinterizzazione laser (SLS) e sinterizzazione di metallo diretta (DMS) e che da più di venticinque anni hanno rivoluzionato lo sviluppo del prodotto. Queste macchine sono in grado di produrre modelli concettuali, prototipi precisi e funzionali, stampi per tooling e veri e propri oggetti finiti. Hanno contribuito a superare i confini posti alla creatività e all'immaginazione in quanto consentono di realizzare tutto ciò che si desidera. Impiegano diversi tipi di materiali, a seconda della tecnologia con cui questi vengono lavorati; i materiali della serie Accura, destinati ai macchinari che producono con SLA, sono il *gold standard* dell'azienda, in quanto ad accuratezza, eccellenza di risoluzione, finitura della superficie e tolleranze dimensionali. I materiali impiegati dai macchinari che lavorano con SLS, invece, offrono plastiche morbide, dure e compositi rinforzati, e sono presenti sia in formulazione opaca che trasparente. Si tratta di materiali molto versatili che possono simulare una vasta gamma di tecnopolimeri e che si adattano molto bene sia alla produzione di prototipi, che di parti finite.

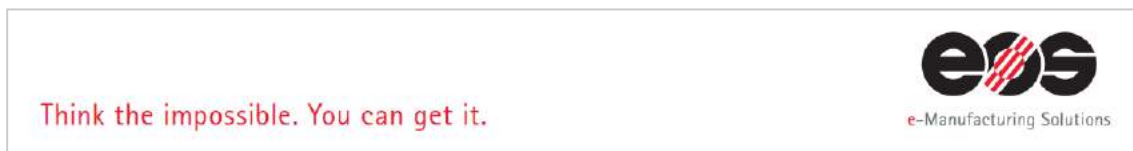
### **2.1.2 Electro Optical Systems (EOS)**

Fondata nel 1989 da Dr. Hans J. Langer and Dr. Hans Steinbichler e con sede in Germania, EOS vanta oggi uffici e distributori dislocati in tutto il mondo: America, Europa, Russia, Asia.



È leader di mercato e tecnologica<sup>24</sup> per le soluzioni di e-Manufacturing integrata e *design-driven* per l'Additive Manufacturing (AM), un processo di stampa 3D industriale. Il successo di EOS è sicuramente dovuto al percorso che ha fatto negli anni, un iter di ricerca e sviluppo e implementazione di innovazioni che le consente di presentarsi oggi sul mercato con un'offerta completa, che copre tutti gli ambiti di interesse della tecnologia. EOS offre, infatti, un portafoglio di soluzioni modulari che comprende i sistemi, i software, i materiali e lo sviluppo di materiali, e i servizi (manutenzione, formazione, consulenza specifica applicazione e di supporto). È l'unico provider di soluzioni di Additive Manufacturing ad offrire servizi di assistenza in tutto il mondo e per tutte le fasi del ciclo di vita e di performance dei suoi prodotti. Per questo è divenuto sinonimo di qualità, affidabilità e sicurezza. Il processo di produzione industriale offerto da EOS consente la produzione veloce e flessibile di componenti high-end basati su dati CAD 3D, caratterizzata da una qualità altamente ripetibile. Offre una tecnologia dirompente che apre la strada per un cambiamento di paradigma nella progettazione e produzione. Permette di accelerare lo sviluppo del prodotto, offre libertà di progettazione, ottimizza le strutture di parti e consente integrazione funzionale. Grazie a questo, EOS è in grado di offrire significativi vantaggi competitivi ai suoi clienti.

Figura 14.2. Pay off di EOS



Fonte: <http://www.eos.info>

EOS ha venduto il suo primo sistema di stereolitografia nel 1990, basato su una tecnologia che era apparsa qualche anno prima (1986 – 1987) per la prima volta e che aveva dato avvio alla nascita dell'Additive Manufacturing. Si trattava di un processo che solidificava strati sottili di un polimero liquido sensibile alla luce UV mediante un laser. Con la commercializzazione di questo sistema, EOS ha guadagnato il titolo di primo fornitore europeo di sistemi per la prototipazione rapida high-end.

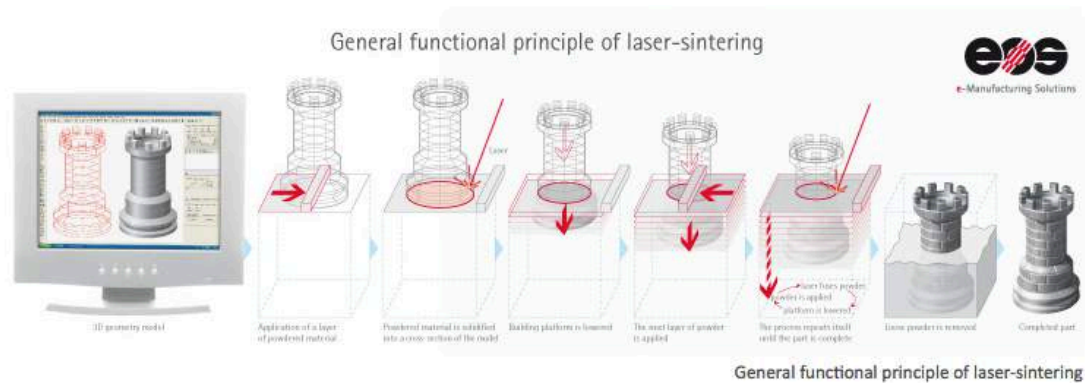
---

<sup>24</sup> <http://www.eos.info>

Da allora è iniziato un processo di sviluppo e miglioramento della tecnologia, che ha visto l'emergere dopo pochi anni di altre tecniche. EOS ha cercato di seguire passo per passo questa evoluzione. Nel 1992 è stata introdotta la tecnologia di sinterizzazione laser (SLS), che utilizzando il calore di un laser fonde materiali che si trovano a uno stato iniziale di polvere. Solo due anni dopo, EOS ha messo in commercio la sua prima EOSINT, basata sulla tecnologia di sinterizzazione laser.

A partire da questo momento, i maggiori sforzi dell'azienda si sono concentrati nella direzione della sinterizzazione laser, sperimentando nuovi materiali, tecniche e macchinari.

Figura 2.3. Principio di funzionamento generale della sinterizzazione laser



Fonte: <http://www.eos.info>

Oggi, l'offerta di EOS di sistemi e macchinari, da un lato, e di materiali per la produzione, dall'altro, si basa su una distinzione iniziale di classi di materiali. Incorpora elevate competenza nei materiali e offre soluzioni perfettamente combinate tra loro, in termini di parametri di processo, macchinari, materiali da utilizzare. Per assicurarsi la massima qualità e performance dei materiali offerti, EOS apporta continui miglioramenti, anche sulla base di consigli e richieste che provengono dai clienti stessi.

L'azienda propone una scelta fra materiali plastici, materiali metallici e materiali sabbiosi.

Per quanto riguarda le *materie plastiche*<sup>25</sup>, l'offerta dell'azienda a livello di sistemi di produzione si articola su quattro diversi macchinari che differiscono tra loro in termini

<sup>25</sup>Un database completo di tutti i materiali con caratteristiche e descrizioni tecniche è messo a disposizione dall'azienda all'indirizzo <http://eos.materialdatacenter.com/eo/en>

di ampiezza e capacità del volume di costruzione, in termini di varietà dei materiali impiegabili, in termini di più o meno elevate qualità dell'oggetto prodotto, in termini di tecnologie incorporate (le variazioni sono minime, sono tutti macchinari basati sulla tecnologia di sinterizzazione laser). Nello specifico, i materiali che rientrano nella categoria delle polveri plastiche sono la poliammide (PA), il polistirene (PS), gli elastomeri termoplastici (TPE), e il polyaryletherketones (PAEK). Ogni materiale presenta delle caratteristiche e delle proprietà differenti e è indicato per diversi tipi di applicazioni.

Figura 2.4. La poliammide (PA)

**Properties**

- multipurpose material
- balanced property profile
- high strength and stiffness
- good chemical resistance
- excellent long-term constant behaviour
- high selectivity and detail resolution
- various finishing possibilities (e.g. metallisation, stove enamelling, vibratory grinding, tub colouring, bonding, powder coating, flocking)
- bio compatible according to EN ISO 10993-1 and USP/level VI/121 °C
- approved for food contact in compliance with the EU Plastics Directive 2002/72/EC (exception: high alcoholic foodstuff)

**Applications**

- functional parts
- medical applications, e.g. prostheses
- fully functional plastic parts of highest quality
- substitute typical injection moulding plastics
- realisation of movable part connections

Fonte: <http://www.eos.info>

Figura 2.5. Il polistirene (PS)

**Properties**

- high dimensional accuracy
- low residual ash-content
- very high surface quality
- good strength for use as lost pattern

**Application**

- patterns for investment casting
- master patterns for vacuum casting, hereby it is advised to infiltrate the parts with e.g. epoxy resin
- production of lost patterns for the plaster and ceramic shell casting process.  
The material is optimised for minimum residue ash content after burning-out.

Fonte: <http://www.eos.info>

Figura 2.6. I Polyaryletherketones (PAEK)

<b>Properties</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• high performance material</li><li>• excellent temperature performance, strength, stiffness and chemical resistance</li><li>• best fire, smoke and toxicity performance</li><li>• excellent wear resistance</li><li>• inherently flame retardant</li><li>• biocompatibility and sterilizability</li><li>• excellent high temperature performance</li><li>• good hydrolysis resistance</li></ul>
<b>Applications</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• metal replacement</li><li>• aerospace</li><li>• automotive and motorsports</li><li>• electric &amp; Electronic</li><li>• medical- ideal replacement for stainless steel and titanium</li><li>• industrial</li></ul>

Fonte: <http://www.eos.info>

Vi sono poi le *materie sabbiose*, per cui EOS offre una sola tipologia di macchinario. I materiali che questo può lavorare, mediante sinterizzazione laser, spaziano dal quarzo rivestito di resina fenolica, a una particolare ceramica, un silicato di sabbia di alluminio, anch'esso rivestito di resina fenolica.

Per quanto riguarda le *materie metalliche*, infine, EOS propone una scelta tra due diversi macchinari, che differiscono tra loro in termini di tecnologia utilizzata (uno incorpora l'innovativa tecnologia perfezionata dall'azienda di DMLS – *direct metal laser sintering*) e in termini di prestazioni, qualità e dimensioni dei pezzi prodotti. I materiali metallici che l'azienda offre, invece, impiegabili con i macchinari che sfruttano appunto la tecnologia DMLS, sono molto vari. Si va dalla polvere di alluminio all'acciaio maraging o ad alto grado, dal titanio al nickel, a leghe cobalto. Tutto ciò consente che prodotti altamente personalizzati vengano realizzati in altissima qualità.

L'ultima novità di EOS riguarda proprio le materie plastiche. Ha realizzato un macchinario, chiamato Precious M 080, in collaborazione con un'altra società. Si tratta di una stampante ad altissima precisione, pensata progettata e ottimizzata per la produzione di orologi e gioielli. La macchina è in grado di lavorare metalli preziosi, tra cui l'oro, il platino, il palladio e l'argento. Questo progetto è il risultato di una sfida che l'azienda ha deciso di cogliere, dopo aver realizzato che il futuro dell'additive manufacturing pare essere segnato da un accoppiamento di hardware e software

realizzati appositamente per specifici mercati e specifiche applicazioni. Il mercato e dei gioielli e degli orologi, inoltre, si è presentato particolarmente sfidante perché richiedendo l'impiego di materiali molto costosi, ha "obbligato" l'azienda a pensare a un sistema che riducesse al minimo lo spreco di materiale durante il processo di lavorazione. La nuova macchina presenta infatti una camera di produzione dal volume ridotto (in questo modo può essere riempita di materiale senza per forza sostenere un investimento troppo elevato per l'acquisto dello stesso) e contiene un sistema che consente di riciclare tutto il materiale che non è stato solidificato durante il processo di produzione.

Come si è detto poco sopra, EOS è considerata leader nella fornitura completa in ambito di additive manufacturing.

Oltre a fornire materiali e macchinari per la produzione, l'azienda mette a disposizione anche dei software che rendono più semplice la preparazione di dati CAD adatti al processo di sinterizzazione laser, e che da un lato supportano il processo stesso, dall'altro assicurano il mantenimento della qualità durante tutta la catena di produzione. Infine, EOS prevede anche un pacchetto di servizi che rispecchiano la sua competenza e la sua conoscenza ultraventennale del mercato dell'additive manufacturing.

Figura 2.7. Servizi offerti da EOS



Fonte: <http://www.eos.info>

Come si nota dalla figura, i servizi offerti dall'azienda ricoprono cinque macro aree: l'area tecnica, quella della formazione, la ricerca e sviluppo, la gestione e il controllo della qualità e infine i servizi finanziari.

### 2.1.3 Stratasys

Nata nel 1989 a Edina, in Minnesota, Stratasys Ltd. è ora il risultato di una fusione avvenuta nel 2012 tra Stratasys Inc. e Object Ltd. L'azienda è leader mondiale nel settore della stampa tridimensionale e ne è uno dei sostenitori più convinti, credendo “fermamente nel valore e nella potenza della stampa 3D e nel cambiamento che può portare al mondo”<sup>26</sup>. Oltre alla sede originaria, l'azienda oggi dispone di una sede anche in Israele, a Rehovot, e gestisce una rete di rivenditori specializzati che le consente di garantire assistenza in tutto il mondo.

Figura 15 Stratasys, leader nel settore 3D printing



Fonte: <http://www.stratasys.com/it>

Stratasys è il primo e il più grande produttore di sistemi di manifattura additiva tramite estrusione di materiale. Produce materiali e macchinari di 3D printing per la creazione di oggetti reali a partire da dati digitali. Offre prodotti che coprono tutte le esigenze del mercato attuale, dalle stampanti 3D di tipo desktop ai macchinari professionali, di grandi dimensioni, riuscendo così a soddisfare le richieste: di produttori, che impiegano le stampanti per creare modelli, prototipi e piccole serie di prodotti finiti; di studiosi che impiegano la tecnologia per fare ricerca in ambito scientifico, ingegneristico, artistico; di appassionati, imprenditori e hobbisti che contribuiscono ad aumentare la produzione locale e partecipano in modo più o meno importante all'innovazione di prodotto, realizzando novità, gadget, piccoli prodotti, dispositivi personalizzati.

Tutte le macchine prodotte da Stratasys lavorano creando pezzi strato dopo strato. La

<sup>26</sup> <http://www.stratasys.com/it>

tecnologia che utilizzano (brevettata dall'azienda) si chiama *fused deposition modeling* (FDM) e Stratasys è stata la prima a vendere un sistema di additive manufacturing che incorporasse questa tecnologia, nel 1991: da quel momento a oggi, ne ha venduti circa 21 mila<sup>27</sup>. La tecnologia di modellazione a deposizione fusa funziona con l'estrusione di materiale termoplastico fuso, che si solidifica man mano che viene depositato. È nota per la sua affidabilità e robustezza e impiega materiali termoplastici standard, materiali tecnici ABS e a elevate prestazioni; per questo motivo, le parti realizzate possiedono una buona resistenza chimica, termica e meccanica.

Object, invece, aveva venduto nel 2001 il suo primo sistema con la tecnologia PolyJet, che utilizza un processo a getto di materiale per stampare un liquido fotosensibile, usando una tecnologia di stampa di tipo *inkjet*, che viene successivamente essiccato grazie alla presenza di luci UV nella testina di stampa.

La nuova Stratasys, per questo, offre anche macchinari che impiegano la tecnologia Polyjet.

Figura 2.9. I sistemi di stampa 3D di Stratasys



Fonte: <http://www.stratasys.com/it>

Come anticipato, e come si nota dalla figura, Stratasys offre soluzioni che soddisfano ogni target. Nello specifico, tra il portafoglio prodotti, articolato su tre livelli, vi sono macchinari che appartengono alla linea *Idea* e sono indirizzati a chi vuole avvicinarsi al mondo del 3D printing, avendo la miglior tecnologia a disposizione sulla propria

<sup>27</sup> *Wholers Report 2013*, Wholers Associates.

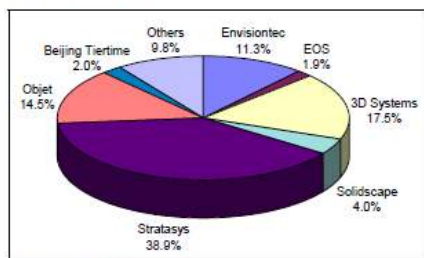


scrivania e a costi accessibili. Queste macchine consentono di liberare la creatività e rendere concrete e reali le idee. Passando ad un livello di precisione e qualità più elevato, l'azienda offre la serie *Design*, che consiste in macchinari caratterizzati, da un lato, da elevata precisione di realizzazione (tecnologia impiegata: PolyJet), e dall'altro, da performance eccellenti (tecnologia impiegata: FDM). Sono adatti alla prototipazione, anche di oggetti finiti, e permettono di ridurre sensibilmente il ciclo di progettazione e sviluppo prodotto. Infine, la categoria più alta di prodotti offerti è rappresentata dalla serie *Production*, che aiuta le imprese a ripensare totalmente la produzione, eliminando gli ostacoli imposti da costi, tempi e attrezzi e strumenti di realizzazione. Questi macchinari consentono di realizzare prototipi di grande dimensione, tanto quanto oggetti finiti di dimensioni ridotte e di qualità estremamente elevata.

Per quanto riguarda i materiali, Stratasys si dimostra all'altezza dell'appellativo di leader che le viene affibbiato, vantando la varietà di materiali per la produzione additiva altamente tecnici più ampia del settore. Include circa 150 fotopolimeri PolyJet e termoplastiche FDM. I fotopolimeri sono caratterizzati da trasparenza, gommosità e biocompatibilità, consentono di simulare materiali flessibili o rigidi e plastiche tecniche e permettono di ottenere un livello di realismo e di dettaglio insuperabili. Le termoplastiche invece sono adatte alla realizzazione di parti durature e resistenti, caratterizzate da precisione, stabilità e ripetibilità.

Grazie alla sua esperienza, che trasferisce in prodotti e materiali, Stratasys opera in tutti i settori in cui è possibile applicare la tecnologia di stampa 3D, dal settore aerospaziale all'automotive, dall'architettura ai prodotti commerciali, dal settore medicale a quello della difesa, dall'odontoiatria all'istruzione.

Figura 16. Quote di mercato 2012 dei maggiori produttori di sistemi di AM



Fonte: Wholers Report 2013



Come si evince dalla figura, Stratasys detiene la quota di mercato maggiore tra tutti i più forti produttori di sistemi di additive manufacturing al mondo. Secondo i dati di Wholers Report 2013, è a capo della classifica per l'undicesimo anno consecutivo, e considerando la fusione con Object del 2012, l'azienda detiene una quota di mercato del 57,5%. Forte dei suoi risultati sul mercato, l'azienda ha messo in atto una serie di strategie di acquisizioni. Curiosa è la recente acquisizione di Makerbot, che domina il mercato delle stampanti 3D di tipo desktop.

#### **2.1.4 Makerbot**

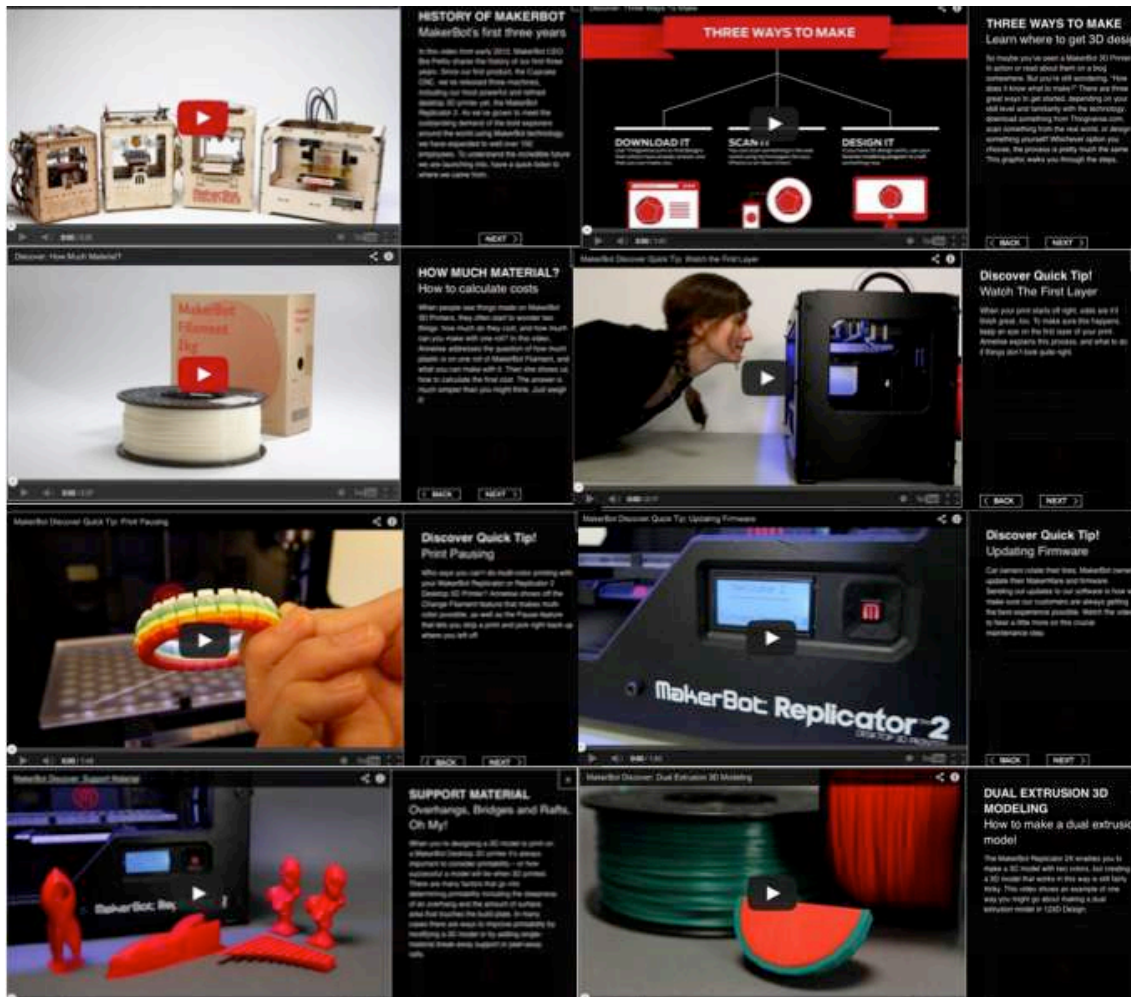
Makerbot Industries è stata fondata a Brooklin nel 2009 da Bre Pettis (ora CEO), Adam Mayer and Zach Smith. È oggi la più famosa società al mondo di personal 3D printing ed è stata di recente<sup>28</sup> acquistata dal colosso mondiale Stratasys. Ha avuto un ingresso pionieristico nel mercato e ha saputo fare uso intelligente di strumenti di marketing e social media, tanto da guadagnarsi la leadership. Wholers Report 2013 scrive che alla fine del 2012, Makerbot aveva già spedito più di 12 mila unità, a ingegneri, designer, ricercatori e a persone che vogliono semplicemente tornare a fare le cose. La sua storia comincia con un primo modello chiamato Cupcake CNC, frutto della rielaborazione del progetto RepRap, *Replicating Rapid Prototyper*, un progetto completamente open source finalizzato alla costruzione di uno strumento con capacità di autoreplicazione, che sia in grado di riprodurre da solo la maggior parte dei suoi componenti. La prima stampante di Makerbot Industries nasce quindi come stampante open source in grado di riprodurre component utili al suo assemblaggio, uno strumento con incorporata una tecnologia innovativa, a portata di tutti per la prima volta, sia in termini economici che in termini di facilità di utilizzo e assemblaggio. Non c'è da stupirsi dunque che Makerbot abbia rapidamente conquistato il grande pubblico. Ha da subito posto le distanze rispetto agli "storici" produttori di sistemi di additive manufacturing e ha puntato sulla comunicazione di un messaggio ben preciso: il suo essere *user-friendly*. Il sito web è costruito in modo da coinvolgere il visitatore e contiene una sezione video, come si può vedere nell'immagine sottostante, che raccontano la nascita del progetto

---

<sup>28</sup> Primavera 2013.

Makerbot, spiegano come si può arrivare a fare, come deve essere utilizzato il materiale, ecc.

Figure 2.11. Sezione video nel sito web di Makerbot



Fonte: Elaborazione da <http://www.makerbot.com>

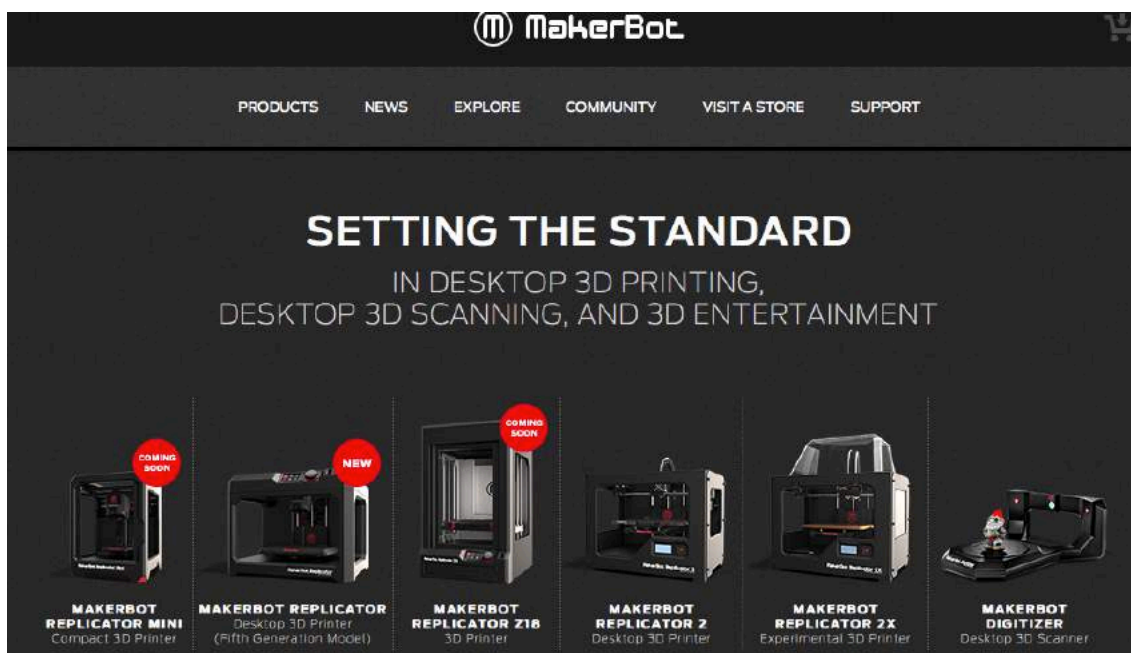
L'azienda ha creato anche un blog e una community molto attivi, in cui ci si scambiano consigli e suggerimenti, in cui si discute di temi legati al 3D printing e in cui le persone condividono: idee, progetti, esperienze. Oltre a questi possiede Thingiverse, una piattaforma online in cui è possibile caricare e condividere modelli tridimensionali, che poi saranno stampati da chi li scarica.

Il successo di Makerbot, come già anticipato, è dovuto allora a tutto ciò che la società ha saputo costruire attorno a sé e che ancora oggi è un network che la rende forte, ma potrebbe non essere sufficiente a farle mantenere la leadership in futuro. Nuovi piccoli

produttori, infatti, sono stati capaci di realizzare delle macchine che hanno incontrato e talvolta superato le capacità di quelle di Makerbot, senza troppi investimenti e in tempi brevi. Nonostante l'azienda abbia superato le difficoltà iniziali che riguardavano qualità, affidabilità, tempi di funzionamento apportando considerevoli miglioramenti, non ha mostrato di sfruttare la sua posizione vantaggiosa nel mercato per creare sviluppi rivoluzionari o i migliori macchinari in circolazione. A questo si aggiunge il cambiamento di rotta intrapreso dall'azienda a partire dal 2012, che l'ha portata progressivamente ad abbandonare il suo sistema aperto ed opensource che tanto le aveva fatto guadagnare consensi.

Sebbene Wholers Report 2013 descriva la questione con un velo critico, l'azienda per il momento non sembra in difficoltà .

Figure 2.12. L'offerta di Makerbot



Fonte: [www.makerbot.com](http://www.makerbot.com)

Come si può notare dalla figura, Makerbot Industries ha ampliato la sua offerta, che ora include uno scanner 3D, rigorosamente desktop, un nuovo modello di Makerbot Replicator (arrivata ormai alla quinta generazione) e due nuovi modelli “coming soon”, che entreranno a breve a far parte della collezione. Si tratta di tre novità che sono state presentate al CES 2014 di Las Vegas e che sembrano aver riscosso molto successo.

Oltre alla già menzionata Makerbot Replicator di quinta generazione, l'azienda ha presentato negli Stati Uniti un modello di Replicator Mini, decisa ad allargare ulteriormente il target dei suoi utilizzatori, e un modello di Replicator in versione "gigante", la Z18, che consente di costruire pezzi di dimensioni mai raggiunte con una stampante desktop e con una qualità migliore rispetto ai prodotti in passato offerti. Prettis ha dichiarato sul palco del CES che è adatta alla realizzazione di prototipi industriali che loro stessi la impiegheranno per stampare parti di altre stampanti. L'entusiasmo dunque non manca, saranno i risultati futuri a confermare o meno la sua leadership.

## **2.2 Nuovi materiali**

Prima di passare alla categoria successiva di soggetti che dominano la scena, è utile focalizzarsi brevemente sui nuovi materiali protagonisti della rivoluzione, che ritroveremo in moltissimi oggetti da qui in avanti.

Wohlers Report 2013 riporta che le due maggiori categorie di materiali dell'additive manufacturing sono le plastiche e i metalli. Tuttavia, vi sono moltissimi materiali compositi a disposizione, come le ceramiche o come degli ibridi a metà fra ceramica e metallo.

Per quanto riguarda le materie plastiche, queste possono essere selezionate sulla base di caratteristiche quali la trasparenza, la rigidità, la resistenza, la forza, la biocompatibilità, la sterilizzazione, le emissioni di fumo. È opportuno suddividerle in due categorie, in base al loro comportamento in condizioni di alta temperatura: le termoplastiche mantengono le loro proprietà e possono essere fuse ripetutamente, raffreddate e riscaldate, e nuovamente fuse; le plastiche termoindurenti, invece, una volta formate non possono essere fuse un'altra volta.

I sistemi che lavorano con estrusione impiegano esclusivamente materiali termoplastici, come ABS, policarbonato, PLA. I materiali utilizzati nei processi fotopolimerici, sono di tipo termoindurente, come ad esempio la poliammide, il polistirene, il polipropilene. I produttori di materiali plastici per i processi di AM possono anche non essere fornitori di sistemi completi, ma in molti casi chi produce il macchinario e la tecnologia, fornisce

anche il materiale da utilizzare nel processo e contribuisce a sperimentare nuovi composti e a implementare innovazioni. Negli ultimi anni, infatti, si assiste a un continuo proliferare di nuove plastiche che vengono riconosciute idonee a essere utilizzate nei processi di additive manufacturing.

Per quanto riguarda i materiali metallici disponibili per la stampa 3D, la varietà tra cui si può scegliere è impressionante: acciaio inossidabile, titanio puro, leghe di titanio, leghe di alluminio, leghe di nickel, oro, argento, e la lista continua ad espandersi ogni anno. Questi materiali possono essere impiegati per produrre parti metalliche attraverso i processi di *metal powder bed fusion* e *directed energy deposition*.

Le polveri di metallo possono variare molto in termini di forma (sferica o irregolare), dimensione e variazioni di dimensione. Per questo le caratteristiche dei processi che utilizzano questi materiali possono variare di molto ed è necessario che i produttori di sistemi lavorino a stretto contatto con i fornitori di polveri, affinché venga garantita uniformità e ripetibilità sia nelle polveri che nei processi.

I materiali “del futuro” non si esauriscono in quelli elencati e di certo continueranno ad espandersi e innovarsi, ma metalli e plastiche sono al momento i più utilizzati.

### **2.3 I nuovi utilizzatori: i Makers**

Contrariamente all’idea radicata di un’economia basata sulla conoscenza, si è sviluppato nell’ultimo decennio negli Stati Uniti un movimento di persone che oltre che economico è anche sociale. È un movimento di persone che riprendono l’iniziativa e riscoprono la voglia di fare, che propongono una nuova idea di innovazione e creatività spinte dal basso, *bottom-up*. La nascita vera e propria del movimento può essere segnata nel febbraio 2005, con il lancio di *Make* magazine, una rivista pubblicata da O’Reilly<sup>29</sup> dedicata ai progetti tecnologici del do-it-yourself, e confermata con l’organizzazione della prima Maker Faire (la fiera dei Maker, appunto) in Silicon Valley, nel 2006.

Non sorprende che questo movimento sia partito proprio da lì: gli Stati Uniti sono sempre stati radicati al mito americano dell’eroe che tutto può e sempre se la cava. Questo mito si è trasformato in una cultura del fai da te che è sempre stata viva negli

---

<sup>29</sup> O’Reilly è un editore leggendario di manuali per fanatici di computer.

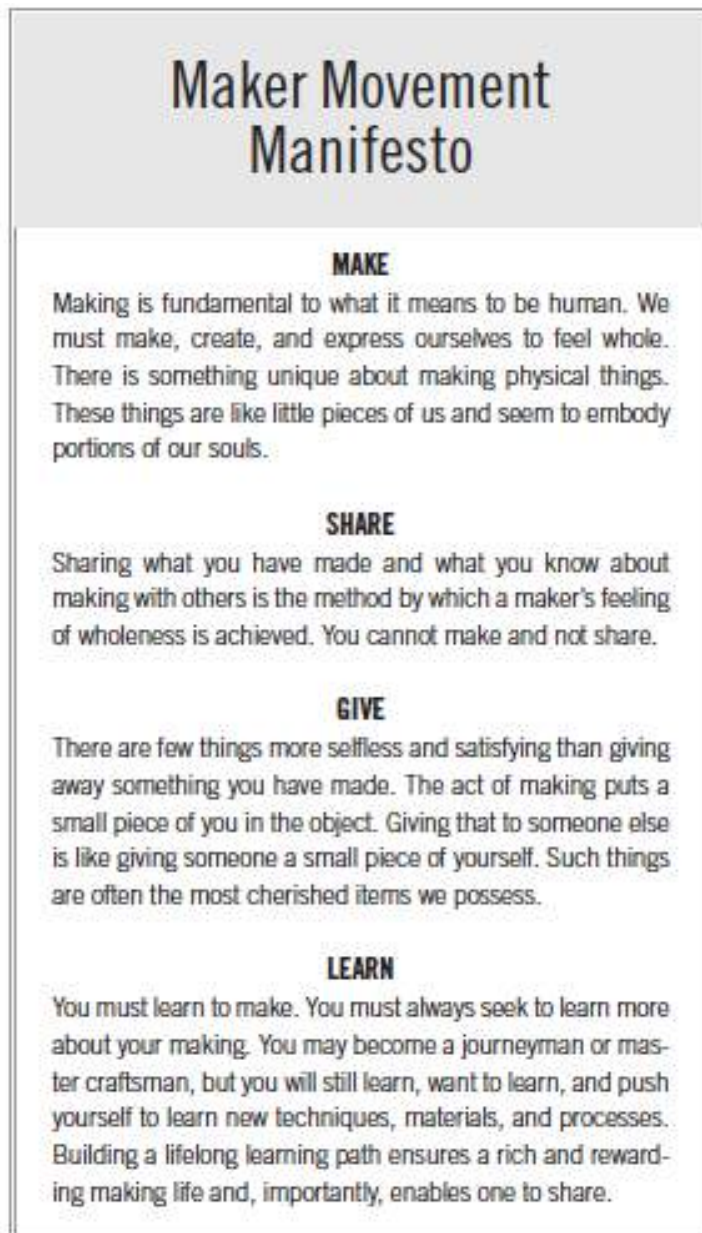
anni, focalizzata soprattutto sulla tecnologia e alimentata da un desiderio di opposizione alle grandi corporations che avevano poco a poco annientato l'autonomia e l'importanza dei singoli individui. L'amore e la passione per il DIY sono quindi sfociati in un movimento che oggi pare avere le sue regole precise, il suo manifesto, i suoi valori, le sue bandiere e le sue fiere. Nessun sentimento nostalgico per un passato ormai superato, ma piuttosto la convinzione di essere i protagonisti di un nuovo modello di innovazione che ha tutte le carte in regola per cambiare lo scenario futuro.

Letteralmente il maker è colui che fa, ma non vi è una dichiarazione univoca e precisa di ciò che il maker rappresenta oggi. La definizione comprende attività che spaziano dall'artigianato più tradizionale all'elettronica, ma la vera essenza del movimento si concreta in quello che i maker fanno: realizzano qualcosa di nuovo. Chris Anderson nel libro *Makers* scrive che “per prima cosa utilizzano strumenti digitali, progettano su uno schermo e in misura sempre maggiore utilizzano dispositivi di fabbricazione desktop. Secondo, sono la generazione del web, quindi istintivamente condividono le loro creazioni online. Semplicemente, unendo la cultura e la collaborazione del web al processo del fare, stanno realizzando qualcosa su una scala assolutamente nuova per il fai da te”<sup>30</sup>. I maker di cui parla Anderson sono dunque individui che si servono di strumenti digitali desktop per creare nuovi prodotti o realizzare prototipi; adottano la condivisione come norma culturale e impostano il loro lavoro sulla collaborazione con altri individui, in community online. Da ultimo, utilizzano file di progetto standard che possono essere inviati a service di produzione che realizzano il prodotto in qualsiasi quantità desiderata.

---

<sup>30</sup> Anderson, C., *Makers. Il ritorno dei produttori*

Figura 2.13. Manifesto Movimento Maker, parte 1

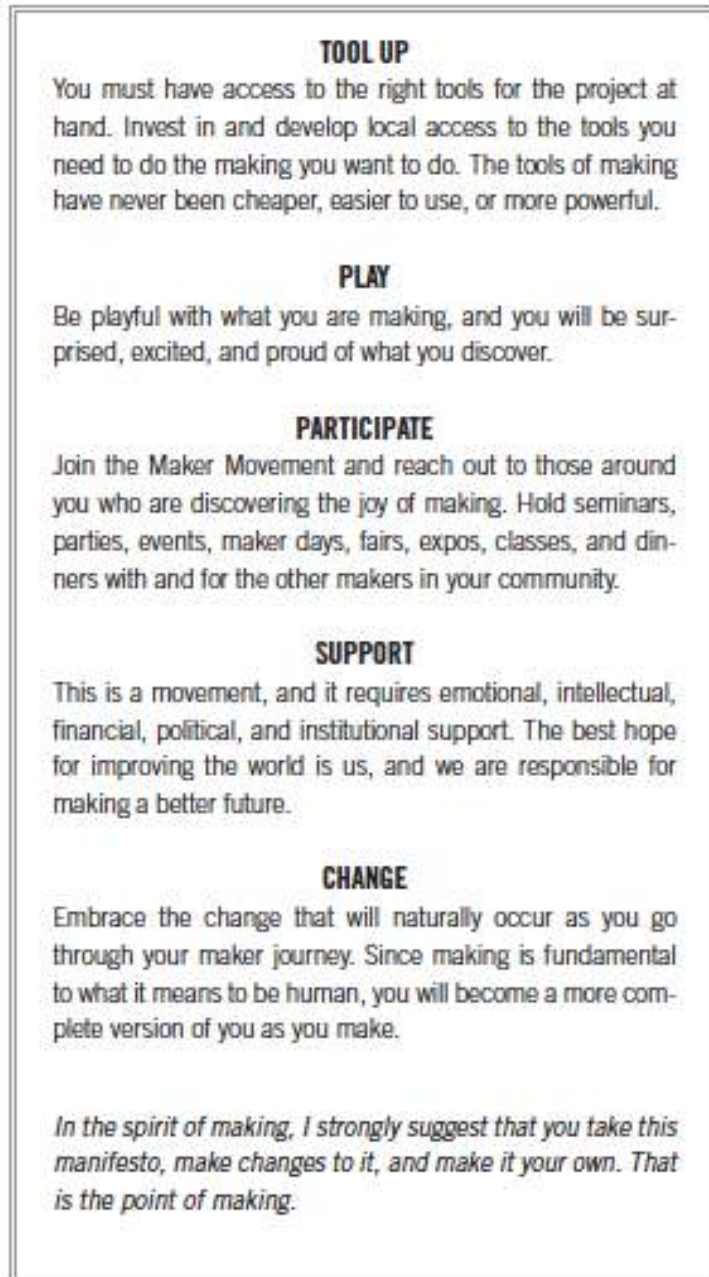


Fonte: *The Maker Movement Manifesto*, M. Hatch

Il manifesto del movimento è molto chiaro e nonostante dichiari esplicitamente che ogni maker può e deve farlo suo, contiene un messaggio esplicito, articolato su i temi del fare, condividere, dare, imparare, lavorare, giocare, partecipare, supportarsi, cambiare.



Figura 2.14. Manifesto Movimento Maker, parte 2



Fonte: *The Maker Movement Manifesto*, M. Hatch

Lo sviluppo e la diffusione degli strumenti di fabbricazione di tipo desktop hanno sicuramente favorito l'espandersi del movimento e l'adozione di molti nuovi adepti. L'arrivo di stampanti 3D, laser cutter e frese a controllo numerico in versione domestica e acquistabile ha consentito a chiunque di progettare e realizzare oggetti, cambiando il modo in cui i prodotti sono concepiti, ideati e successivamente messi in produzione.



Accanto a questi strumenti, un altro elemento che accomuna i maker di tutto il mondo è sicuramente Arduino.

Massimo Banzi, ingegnere italiano, è diventato l'idolo del movimento maker proprio grazie a Arduino, una piccola scheda che costa 20 euro ed è in grado di connettere ogni tipo di oggetto a internet. Il suo inventore lo descrive come un piccolo computer (è un dispositivo hardware) delle dimensioni di una carta di credito, poco potente ma estremamente facile da programmare. È in grado di dare intelligenza agli oggetti di uso quotidiano, i quali potranno cambiare comportamento in base alle informazioni che ricevono come input. Uno dei punti di forza di Arduino è il suo essere disponibile in modalità open source: la tecnologia contenuta nella scheda è fruibile gratuitamente da chiunque, che può modificarla in modo autonomo e secondo le proprie esigenze. Il modello di business risiede nella protezione del nome: Arduino è infatti protetto e chiunque lo voglia utilizzare deve pagare l'accesso al nome. L'altro punto a favore di Arduino è la sua semplicità di impiego: se i maker esistono da sempre, di certo solo oggi possono disporre di strumenti di fabbricazione "domestici", di internet come mezzo di comunicazione, collaborazione e condivisione e di una tecnologia che non è più ad uso esclusivo di ingegneri.

Dale Dougherty, che è in fondo il papà del movimento maker (fondatore, direttore, CEO della rivista Make già menzionata e primo organizzatore delle Maker Faire), durante un TED ha esordito dicendo che siamo tutti un po' maker, tutti facciamo e creiamo cose; c'è chi non si rende conto di esserlo e chi addirittura lo nega, ma l'essere maker fa parte della vita di tutti. Secondo Dougherty le persone che seguono questo movimento sono genericamente entusiasti dilettanti che sono appassionati e amanti di ciò che fanno. Vogliono capire come funzionano le cose e per questo ci mettono le mani e provano a controllarle. Ed proprio il controllo sugli oggetti e su ciò che fanno che li rende entusiasti.

Tutto ciò emerge durante la Maker Faire; nata come manifestazione per radunare tutti i maker e gli appassionati del DIY che si riconoscevano nel movimento, la Maker Faire è oggi molto di più. È un momento in cui la pratica del fare e dell'innovare vengono socializzate, è un evento fantastico per incontrare persone che fanno cose e che sono fiere e orgogliose di mostrarle agli altri e condividerle. È aperto a tutti, adulti e bambini, scienziati e artigiani, designer e creativi, studiosi o appassionati, o semplicemente

curiosi. Gli oggetti esposti vanno dalle creazioni che incorporano la tecnologia più spinta, ai prodotti che invece rispecchiano un concetto più italiano di manifattura e che fondono innovazione e tecnologia a design e senso estetico. Ciò che accomuna tutto, però, è l'attenzione rivolta alla persona: gli individui sono al centro di questo movimento, come sono al centro della rivoluzione in atto. I soggetti si sono riappropriati della loro voglia di fare e della loro capacità di creare e hanno iniziato a produrre oggetti, dapprima solo ad uso personale, per soddisfare dei bisogni latenti o delle curiosità insite in loro. Oggi, grazie a strumenti online e piattaforme web-based i makers hanno la possibilità di rivolgersi al mercato e di indirizzare i loro prodotti a dei consumatori.

Non tutti condividono l'entusiasmo di Anderson e di coloro che ripongono fiducia nel movimento maker e nelle sue potenzialità. Evgeny Morozov ne è un esempio e il suo articolo del 13 gennaio 2014 su *The New Yorker*<sup>31</sup> propone una critica piuttosto pesante alle teorie dell'ex direttore di Wired. Partendo dagli inizi del Novecento e dal movimento americano Arts and Crafts, egli smentisce tutte le teorie di Anderson con una pungente ironia.

Un articolo uscito qualche giorno prima su *The Economist*, però, dal titolo *The art and craft of business*, dà credito al movimento mettendo in luce come questo non sia un mero fenomeno di hobbisti che si credono produttori, o un "mucchio di tech-lovers". Il movimento maker sta portando i suoi effetti sul mercato e sta iniziando a fare soldi. Il successo di Etsy, che è il marketplace per eccellenza del movimento maker, ne è una dimostrazione. E Etsy non è il solo fenomeno che lo attesta. Gli "artigiani di oggi" che usano le nuove tecnologie e sono pratici di computer aided design, stanno portando al successo portali e piattaforme come Shapeways, che grazie al movimento makers è diventato un campione di successo.

---

<sup>31</sup> [http://www.newyorker.com/arts/critics/atlarge/2014/01/13/140113crat\\_atlarge\\_morozov?currentPage=all](http://www.newyorker.com/arts/critics/atlarge/2014/01/13/140113crat_atlarge_morozov?currentPage=all)

## 2.4 Nuovi consumatori e nuovi modi di distribuire

Le nuove tecnologie, di cui si è parlato nel capitolo precedente, ed in particolare la stampa 3D, infatti, aprono la strada a nuovi modelli produttivi e distributivi. Si tratta di un cambiamento radicale, che nasce come risposta alla domanda dei consumatori sempre più esigenti, selettivi e critici.

La crisi economico-finanziaria e la globalizzazione hanno rivoluzionato il comportamento di consumo delle persone teso alla ricerca sempre più spinta di differenziazione, personalizzazione, coinvolgimento sul piano emotivo e crescita culturale.

Uno sguardo al mercato consente di intuire facilmente la tendenza in atto di fuga dalla massificazione dalla produzione in grandi numeri e di ricerca di un approccio individualistico ai consumi. Sono molte le aziende infatti che adottano una strategia di marketing individuale o one-to-one, secondo la quale ogni singola persona rappresenta un segmento di mercato distinto e offrono risposte customizzate in base ai loro bisogni. Da qui il fenomeno delle capsule collection, collezioni composte di pochi pezzi spesso legate a collaborazioni temporanee tra aziende diverse, e delle edizioni limitate, cioè di prodotti offerti in quantità inferiore alla domanda o per un intervallo di tempo limitato.

I prodotti personalizzati, che consentono al consumatore di intervenire nella fase creativa e di sentirsi quindi parte integrante del processo di realizzazione del pezzo, sono la risposta alla ricerca di autenticità, di possedere un oggetto unico, ricercato ed originale, quindi esclusivo.

Nella rivista Pambianco Magazine Patrizia Coggiola riassume in poche parole il cambiamento in atto nei modelli produttivi e distributivi scrivendo “La stampa 3D apre nuovi orizzonti al modo di produrre e di consumare, al punto che viene indicata come una svolta storica dal punto di vista dei ruoli e dei poteri sociali. Infatti, non si tratta di cambiare unicamente il proprio approccio agli oggetti, bensì di cambiare un intero sistema di relazioni”<sup>32</sup>.

Ogni persona, quindi, grazie alla fabbricazione digitale e all’open source può essere un maker, un artigiano tecnologico che condivide gli oggetti frutto della propria creatività negli shop digitali. Alla base dei nuovi modelli business ci sono proprio la condivisione, un approccio nuovo che contrasta i principi di segretezza e protezione della proprietà

---

<sup>32</sup> Patrizia Coggiola, Rivoluzione fatta-in-casa, Pambianco Magazine, N. 12, 16 settembre 2013

intellettuale, e la nascita di comunità, persone che progettano e producono in spazi virtuali e fisici comuni, condividono gli stessi interessi e lavorano con strumenti digitali. Massimo Banzi, uno dei fondatori dell'Interaction Design Institute di Ivrea, è stato pioniere nella creazione di un nuovo business model, dichiarando che l'obiettivo di Arduino, piccola scheda elettronica che consente di gestire sensori, connettere oggetti alla rete e molto altro, è quello di trasformare la tecnologia in uno strumento creativo accessibile a tutti, quindi di aiutare designer e artisti ad approcciarsi con la tecnologia in modo intuitivo e semplice.

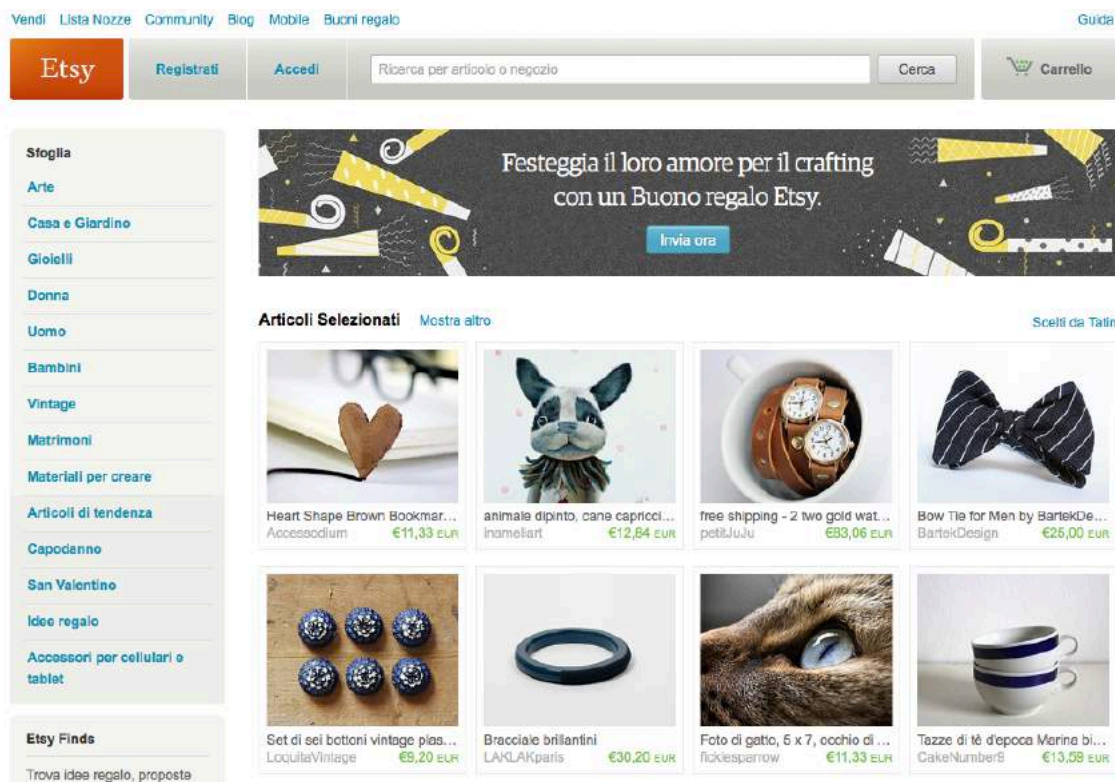
Grazie nuovi strumenti digitali e al digital manufacturing sono nate e si sono sviluppate nuove reti di maker locali che hanno dato il via a nuove economie e spazi di fabbricazione digitale come i Fablab.

A livello internazionale le realtà nate a seguito di questo movimento sono molte; si è scelto di analizzare nel dettaglio Etsy, Shapeways, Cubify, Sculpteo e i.materialise in quanto rappresentano ad oggi le piattaforme più diffuse, conosciute, sviluppate, e che permettono di comprendere al meglio le dinamiche del settore.

#### **2.4.1 Etsy**

Etsy è un marketplace online nato nel 2005 a Brooklyn, uno spazio in cui i produttori indipendenti possono aprire il loro negozio virtuale e i consumatori possono trovare prodotti fatti a mano, senza intermediari. Definirlo una semplice piattaforma di vendita online è sicuramente riduttivo: si tratta di una vera e propria community che aggrega artigiani, artisti, collezionisti, creativi e chiunque abbia voglia di fare. Ci si può iscrivere per condividere idee, partecipare ad eventi offline, seguire laboratori in streaming o semplicemente accedere ai contenuti archiviati.

Figura 2.15. Etsy



Fonte: [www.etsy.com](http://www.etsy.com)

Etsy sostiene l'attività creativa e indipendente e fin dal principio ha portato avanti una missione sociale ben precisa: "umanizzare" il lavoro e ripensare il commercio e le sue regole di funzionamento, perché il business ha e deve avere uno scopo superiore al profitto e alla convenienza economica.

Aprire un negozio su Etsy è semplice e gratuito; si possono vendere prodotti artigianali e realizzati a mano, oggetti vintage (vecchi di almeno vent'anni) e materiali per creare. Ogni venditore può offrire un'esperienza originale e trasmettere passione al consumatore, attraverso il racconto dei propri prodotti, le foto, i banneri inseriti nel negozio e attraverso un'interazione diretta con lui. Se in principio il venditore poteva essere solo colui che direttamente produceva il prodotto, oggi le regole del marketplace sono cambiate e vi è un nuovo concetto di "prodotto fatto a mano", che deve rispettare i principi di autorialità, responsabilità e trasparenza. È fondamentale per Etsy che il cliente mantenga la consapevolezza del suo acquisto e che abbia la certezza di comprare da una persona e non da un'impresa. Il modello di business prevede che ogni inserzione di articolo (valida per quattro mesi o fino alla vendita del prodotto) costi al produttore

0,20 dollari e che Etsy trattenga il 3.5% sul prezzo dell'articolo al momento della vendita.

Per capire il suo ruolo e la sua importanza nel panorama attuale, è bene analizzare qualche dato. Redditzia dal 2009, la piattaforma conta oggi circa 450 dipendenti dislocati tra Stati Uniti, Canada e Europa e oltre 30 milioni di membri. I negozi attivi sono oltre 1 milione, per un totale di 20 milioni di articoli venduti. Conta 60 milioni di visitatori univoci e annovera 250 paesi con transizioni annuali. Nel 2012 le vendite sono state pari a 895 milioni di dollari e sono aumentate ancora nel 2013, superando il miliardo di dollari e dimostrando una crescita del 39.7%<sup>33</sup> per quanto riguarda il fatturato e del 35.4% in termini di oggetti venduti.

Le ragioni della crescita non sono da attribuirsi esclusivamente a un modello di business vincente, o alla novità dei prodotti che offer, ma vanno ricercate soprattutto nei consumatori. Sono i consumatori i primi a essere cambiati e a essere stanchi di un'offerta di prodotti standar e spersonalizzata. Ricercano sempre più un prodotto che si discosti dalla massa e che abbia una storia da raccontare.

## 2.4.2 Shapeways

Shapeways è una startup olandese con sede a New York che offre servizi e vende prodotti realizzati tramite la tecnologia della stampa 3D. L'azienda è nata come spin-off di Philips Electronics, per rispondere al desiderio dei consumatori di essere sempre più coinvolti nel processo creativo dei prodotti che acquistano.

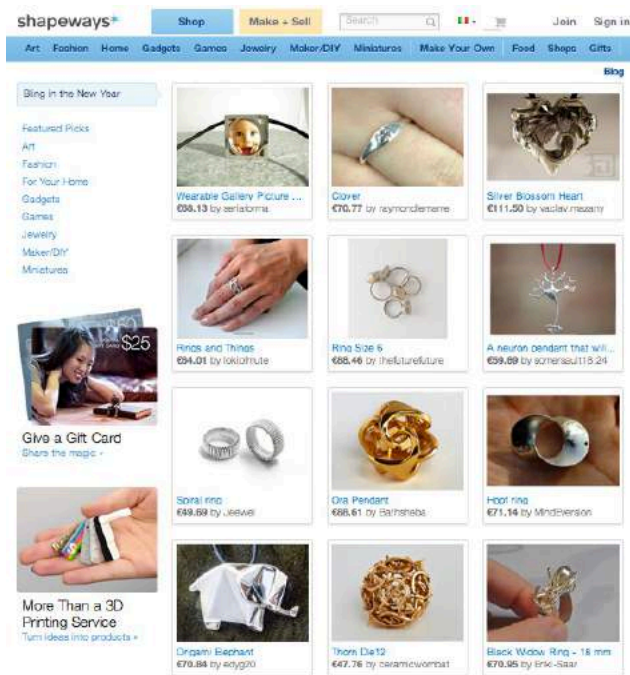
Peter Weijmarshausen, interrogandosi su come avrebbe potuto funzionare una piattaforma che offre la possibilità di creare quello che si vuole a chiunque, scrisse un business plan nel febbraio del 2008 e ha lanciato Shapeways.com nel luglio dello stesso anno. Al momento del lancio l'unico materiale disponibile era la plastica ma grazie allo sviluppo del mercato e della tecnologia Shapeways è oggi in grado di offrire più materiali a prezzi accessibili.

Caratteristica che la distingue dai concorrenti è lo spiccato orientamento al consumatore, infatti la mission dell'azienda è di rendere la stampa 3D affidabile, comprensibile ed utilizzabile da qualsiasi utente.

---

<sup>33</sup> *Etsy Statistics: November 2013 Weather Report*, [http://www.etsy.com/blog/news/2013/etsy-statistics-november-2013-weather-report/?ref=about\\_blog\\_title](http://www.etsy.com/blog/news/2013/etsy-statistics-november-2013-weather-report/?ref=about_blog_title)

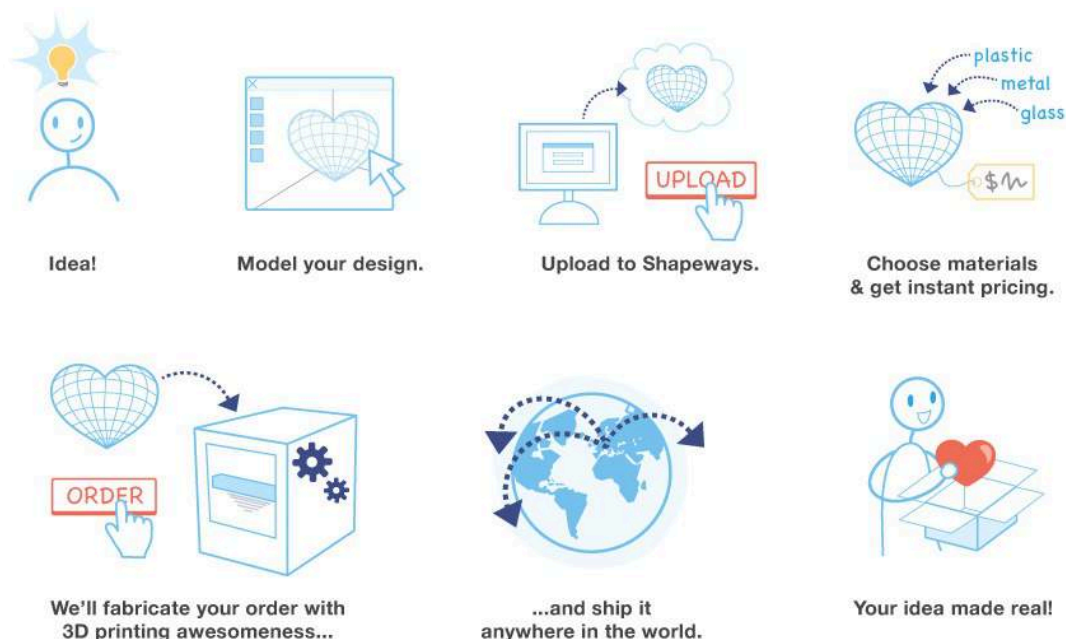
Figura 2.16. Shapeways



Fonte: [www.shapeways.com](http://www.shapeways.com)

Ci sono due modi per ottenere un prodotto stampato tramite Shapeways. Nel primo caso, come si vede nello schema nella Figura 2.17, che riassume il funzionamento del sito web, un utente in grado di modellare un oggetto usando i software per la stampa tridimensionale può effettuare l'upload del proprio progetto nella piattaforma; il file viene analizzato per valutarne la fattibilità, i materiali in cui può essere realizzato e stimarne il costo di produzione. Se l'utente decide di procedere con l'acquisto del proprio modello, una volta effettuato il pagamento Shapeways lo produce e lo spedisce gratuitamente a casa.

Figura 2.17. Il funzionamento di Shapeways



Fonte: [www.shapeways.com](http://www.shapeways.com)

Nel secondo caso un qualsiasi consumatore può visitare il sito e decidere di acquistare un oggetto come in un normale online shop. Questo perché Shapeways offre la possibilità ai designer di vendere le proprie creazioni attraverso la funzione “open a shop”, che consente a chiunque di aprire un proprio punto vendita sulla piattaforma. Shapeways si prende carico della produzione, consegna, servizio clienti e parte della promozione, mentre ai progettisti resta la possibilità di fissare un markup sul prezzo standard imposto da Shapeways. In questo modo il designer ricava il markup meno una quota del 3,5% di questo che deve essere corrisposta alla piattaforma come tassa a copertura dei costi amministrativi. Il designer comunque detiene il copyright del proprio modello che rimane di sua proprietà qualora decidesse di toglierlo dal mercato.

Ad oggi Shapeways è il marketplace più ampio di oggetti realizzati con la stampa 3D: ha un offerta di oltre un milione di pezzi stampati per terzi e raccoglie 10.000 negozi di designer che vendono direttamente le proprie creazioni.

Peter Weijmashausen, uno dei fondatori, afferma : “I nostri piccoli retailer sono modelli di business innovativi: non hanno esigenze di stock, modificano velocemente i prodotti, hanno accesso diretto ai feedback dei consumatori”<sup>34</sup>.

<sup>34</sup> Patrizia Coggiola, Rivoluzione fatta-in-casa, Pambianco Magazine, N. 12, 16 settembre 2013



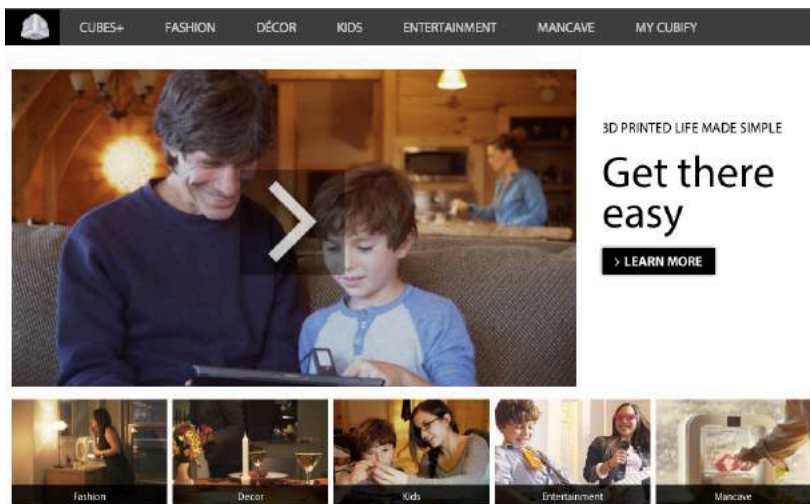
### 2.4.3 Cubify

Cubify è la piattaforma online della 3D Systems, che si rivolge al segmento personal e semi-professional.

Cubify è uno dei siti di riferimento per il mercato della stampa 3D, in quanto offre la possibilità di comprare delle stampanti personal e realizzare a casa il proprio oggetto, di acquistare disegni da poter produrre con la propria stampante e di comprare prodotti finiti realizzati tramite la tecnologia del 3D printing.

La piattaforma è organizzata in cinque categorie: moda, arredamento, bambini, intrattenimento e mancave.

Figura 2.18. Cubify



Fonte: [www.cubify.com](http://www.cubify.com)

### 2.4.4 Sculpteo

Sculpteo è una società francese specializzata nella stampa 3D attraverso il sistema cloud, cioè offre un servizio di stampa online, utilizzando la prototipazione rapida e un processo di produzione che coinvolge la sinterizzazione laser o la stereolitografia. L'azienda è stata fondata nel giugno 2009 da Eric Carreel, Clement Moreau e Jacques Lewiner.

Partendo da un file 3D, Sculpteo crea oggetti reali come decorazioni per interni, personaggi, robot, miniature e modelli.

Figura 2.19. Sculpteo



Fonte: [www.sculpteo.com](http://www.sculpteo.com)

Nella figura 2.19 è schematizzato il processo di funzionamento della piattaforma. A coloro che non conoscono la tecnologia della stampa 3D Sculpteo propone un video in cui viene illustrato l'intero processo dall'ideazione alla realizzazione di un oggetto, oppure la possibilità di informarsi leggendo la sezione in cui vengo riportare le risposte alle domande più frequenti. Le possibilità offerte all'utente poi sono tre: vendere e/o comprare modelli e disegni, oppure utilizzare il servizio di stampa.

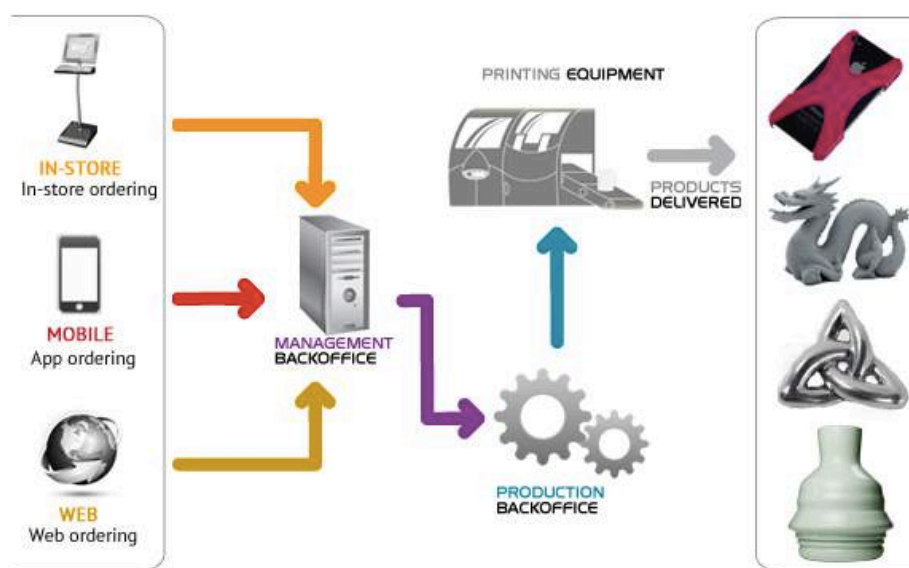
Se si desidera vendere i propri modelli si può scegliere tra venderli direttamente tramite un proprio sito e quindi usufruire del servizio 3D Printing Cloud Engine e delle APIs oppure venderli attraverso la piattaforma di Sculpteo creando al suo interno uno shop o incorporando il negozio online al proprio sito web o blog.

Il servizio Cloud Engine consente di produrre piccole serie, da 1 a 500 oggetti di prodotti in meno di una settimana, con più di 35 diversi materiali, di utilizzare strumenti

di personalizzazione per fornire una nuova esperienza ai clienti. È possibile produrre un oggetto diverso per tutti, diverse dimensioni, forma, eliminando il magazzino.

Il 3D Printing Cloud Engine è pensato per l'integrazione della stampa 3D nelle aziende, nello specifico si rivolge a designer che vogliono vendere i propri oggetti nel loro sito web, brand che desiderano offrire un prodotto unico e piattaforme di modellazione 3D che vogliono offrire anche un servizio di stampa.

Figura 2.20. 3D Printing Cloud Engine



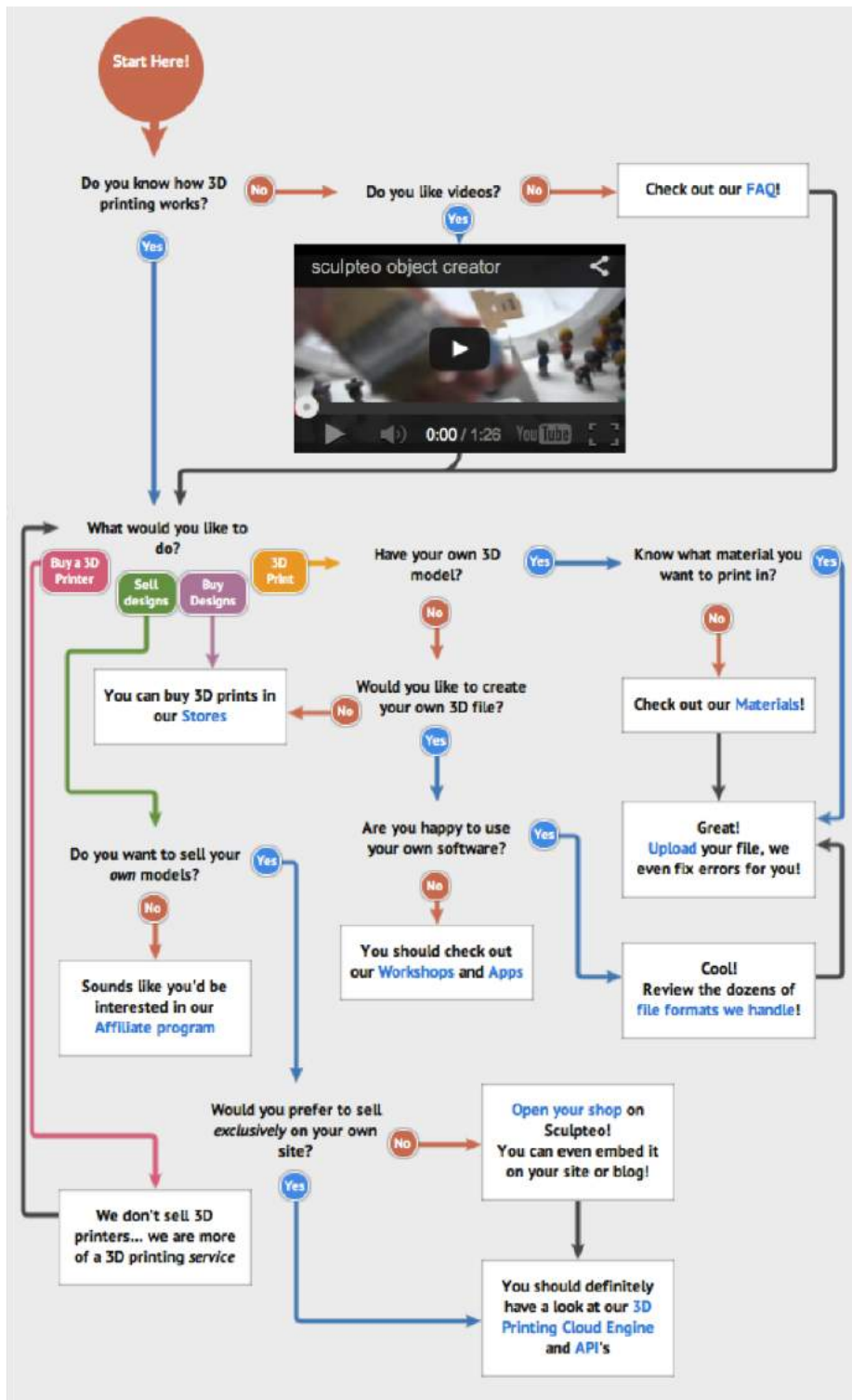
Fonte: [www.sculpteo.com](http://www.sculpteo.com)

Ulteriore possibilità è quella di entrare a far parte della comunità di Sculpteo attraverso l’Affiliate Programme utilizzando il proprio blog, sito web, pagine Facebook, Twitter, o qualsiasi altro account di social media per reindirizzare i clienti a Sculpteo. In questo caso la commissione standard è del 7% per ogni vendita.

Gli utenti inoltre possono anche scegliere di acquistare i modelli e i disegni tramite Sculpteo per poi produrli a casa con delle personal printers.

Infine, Sculpteo offre il servizio di stampa degli oggetti, vale a dire che se un utente ha il modello e il file in 3D può scegliere il materiale in cui vuole realizzarlo, caricarlo nell’apposita sezione e poi il team di Sculpteo provvederà a correggere eventuali imperfezioni, stamparlo e spedirlo. Se invece non si è in grado di realizzare il file nel formato corretto Sculpteo offre una guida alla creazione del modello.

Figura 2.21. Il funzionamento di Sculpteo



Fonte: [www.sculpteo.com](http://www.sculpteo.com)

### 2.4.5 i.materialise

i.materialise è una piattaforma che offre un servizio di stampa 3D online per tutte le persone amanti del design e creative. Permette di trasformare le idee in realtà attraverso la stampa 3D. “Create, share, and sell your designs with i.materialise”<sup>35</sup> sono le parole che riassumono il servizio offerto.

Partendo dalla convinzione che le persone abbiano un bisogno innato di esprimersi, più che mai, in questo mondo dove la standardizzazione è diventata la regola, i.materialise offre a tutte le persone creative e con la passione per il design la possibilità di trasformare le proprie idee in realtà 3D, di creare i propri modelli e di condividerli, di realizzare un oggetti unici e personalizzati.

Grazie all’esperienza ventennale i.materialise rende accessibile a tutti la stampa 3D professionale, garantendo qualità e affidabilità, e offrendo la possibilità a chiunque di diventare designer e inventore.

Curiosa la storia della nascita di i.materialise, Fried Vancraen, CEO e fondatore di Materialise<sup>36</sup>, che volendo trovare un regalo originale e non soddisfatto dall’offerta del mercato, ha deciso di creare qualcosa da sé tramite FDM (Fumbling Deposition Modeling).

---

<sup>35</sup> [www.i.materialise.com](http://www.i.materialise.com)

<sup>36</sup> Materialise: fondata nel giugno 1990 da Fried Vancraen come spin-off di KU Leuven, e diventata la prima azienda di servizio di Rapid Prototyping nella regione del Benelux.

Figura 2.22. iMaterialise

i.materialise Home Creation corner 3D print lab Materials Gallery About us Blog Forum

**I WANT YOU**  
TO BECOME OUR NEXT  
COMMUNITY MANAGER (USA)

i.materialise is an **online 3D printing** service for all people with an eye for design and a head full of ideas. Turn your ideas into 3D printed reality. Create, share, and sell your designs with i.materialise. [Learn more >](#)

**Upload and order your 3D printed designs**

Upload your 3D design and instantly see the price for your models. Choose from a large selection of materials and colors, scale your design(s) to the ideal size, and order as many copies as you want.

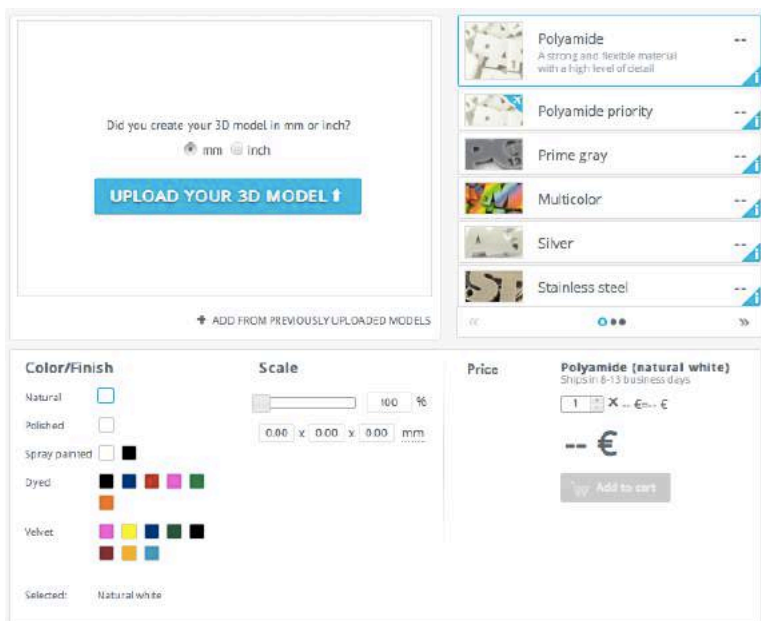
- ✓ 17 materials including (precious) metals and ceramics
- ✓ Over 70 combinations of materials and finishes
- ✓ Instant pricing and file fixing
- ✓ Technically skilled advice

[UPLOAD YOUR 3D MODEL >](#)  
[or learn more about our materials >](#)

Fonte: [www.i.materialise.com](http://www.i.materialise.com)

Oggi i servizi offerti da i.materialise sono fondamentalmente tre: produzione di oggetti tramite la stampa 3D (vedi figura 2.23. *3D print lab*: chiunque può caricare un file nella piattaforma, avere subito una stima del costo e decidere se procedere con l'ordine), compravendita di prodotti realizzati tramite la tecnologia del 3D printing, e fabbrica 2.0 per designer.

Figura 2.23. 3D Print Lab



Fonte: [www.i.materialise.com](http://www.i.materialise.com)

Per quanto riguarda il terzo punto i servizi offerti nel dettaglio sono: partner di produzione, API, supporto logistico, supporto nella modellazione 3D, correzione dei file, progettazione e ingegnerizzazione.

i.materialise si offre come partner produttore, mettendo a disposizione dei clienti oltre 20 anni di esperienza con la stampa 3D e i relativi software, un team flessibile e dedicato, l'accesso a quasi 1000 esperti che lavorano presso Materialise, strutture con oltre 80 stampanti, di cui 12 di macchine per stereolitografia più grandi del mondo (stampa fino a 2100 x 680 x 800 mm) e una vasta gamma di materiali e finiture testati, tra cui metalli (preziosi), ceramica e materiali flessibili di alta qualità.

i.materialise, inoltre, offre la possibilità di collegare il proprio sito web aziendale al 3D printing API (Application programming interface) per automatizzare le operazioni. Sono supportati il catalogo dei materiali, il pricing, la gestione dell'ordine e la reportistica.

i.materialise offre anche supporto logistico: *drop shipping*, evasione dell'ordine e spedizione al cliente, *white label drop shipping*, evasione dell'ordine e spedizione al cliente con imballaggio e fattura del proprio brand.

Ulteriori servizi offerti da i.materialise sono il supporto sulla modellazione 3D grazie al forum dove una serie di progettisti qualificati rispondono alle domande degli utenti e di

correzione dei file, vale a dire che piccoli difetti vengono corretti automaticamente e viene generato un prezzo istante. Tuttavia, se il file non supera il processo di fissaggio automatico durante il caricamento, è possibile entrare in contatto con i tecnici di supporto.

Infine, dato l'elevato grado di libertà di progettazione che offre la stampa 3D, i.materialise ha un team in-house di ingegneri e creativi che sanno come costruire un progetto specifico per la stampa 3D e sono in grado di superare i limiti progettuali. Posso aiutare l'utente a massimizzare l'integrazione funzionale, ad allineare design con resistenze dei materiali e tecnologiche e a minimizzare i costi.



## Capitolo 3

### Il digital manufacturing e il Made in Italy

#### 3.1 Il settore manifatturiero in Italia e i presupposti per una rivoluzione

Sin qui si è discusso di come lo sviluppo di nuove tecnologie che vanno sotto il nome di digital manufacturing, e in particolare la stampa 3D, stiano modificando lo scenario economico in cui viviamo. Dapprima la produzione, che viene trasformata dall'introduzione di nuove tecniche che stravolgono i normali paradigmi e che consentono di ripensare al tipo di prodotto da realizzare e da offrire al cliente; poi i soggetti che dominano la scena: nuovi produttori di macchinari e materiali ne diventano i protagonisti, nuovi soggetti si avvicinano al mondo della produzione, nuovi canali distributivi favoriscono il commercio dei prodotti, nuove figure di consumatori si delineano, sempre più esigenti.

Ad un contesto in cui il settore produttivo e la manifattura sono i primi a vivere il cambiamento, l'Italia non può di certo restare indifferente. La sua storia è da sempre legata al settore manifatturiero e alle sue trasformazioni.

“C'è chi dice che l'Italia sia un Paese senza futuro. Che dietro l'angolo ci aspetti un ineluttabile declino, la perdita di posizioni nella competizione internazionale, il definitivo declassamento, dopo le glorie remote e recenti, a nazione satellite. Tesi che trova il sostegno di fonti autorevoli, nazionali e internazionali: *Il modello di specializzazione dell'Italia è molto simile a quello di Paesi emergenti come la Cina* – dice l'ultimo rapporto, datato 4 aprile 2013, dedicato al nostro Paese dalla Commissione Europea - *con la maggior parte del valore aggiunto in settori tradizionali a bassa tecnologia, principalmente a causa della limitata capacità innovativa delle imprese italiane*. Ma l'Italia è davvero questa: scarsamente innovativa, in competizione al ribasso con i Paesi emergenti? Forse sì, se usiamo le lenti del pregiudizio, se ci accontentiamo di griglie di valutazione inadeguate, che magari inducono a sposare tesi come quella, tutta ideologica, che la ripresa passa per la modifica dell'articolo 18 dello statuto dei lavoratori. Ma se al nostro Paese guardiamo con un po' di simpatia e di

affetto, e con un pizzico di curiosità e attenzione in più, la risposta è no, decisamente no”<sup>37</sup>.

Nonostante la crisi che da fine 2008 – inizio 2009 grava sull’economia nazionale, colpendo in modo drastico la produzione, l’Italia si conferma il secondo paese europeo per addetti nel comparto manifatturiero<sup>38</sup>, con il *quadrilatero vincente* costituito da Veneto, Lombardia, Piemonte ed Emilia-Romagna.

Scegliendo inoltre la bilancia commerciale dei prodotti, come indicatore della competitività del paese, la situazione appare più che positiva. L’Italia è uno dei cinque paesi del G-20 (assieme a Cina, Corea, Germania e Giappone) ad avere un surplus strutturale con l’estero per quanto riguarda i prodotti manifatturieri che non rientrano nella categoria alimentare. Sono quasi mille i prodotti per cui l’Italia ha un saldo commerciale attivo. Ragionando in questi termini, non si può affermare che il nostro Paese sia morto o privo di capacità innovativa.

Tornando alle trasformazioni prima anticipate, se gli USA, ancora legati al fordismo, non sono in grado di sfruttare appieno il potenziale di cambiamento offerto da questa annunciata rivoluzione, lo stesso non può dirsi per l’Italia. Anzi, “La terza rivoluzione industriale fa un favore all’Italia”<sup>39</sup>, come recita un articolo su Linkiesta. Le tecnologie di manifattura digitale, e in particolare la stampa 3D, costituiscono una grande opportunità per un paese come il nostro che ha costruito la sua forza su un saper fare e su delle competenze a livello di processo e di materiali, che gli altri ci invidiano.

Contrariamente a ciò che si pensa, non si tratta di strumenti che soppiantano il lavoro umano e che andranno progressivamente a sostituire gli operatori, anzi. Sono macchinari che richiedono un intervento costante da parte di individui che devono essere in grado di governare l’intero processo di produzione, a partire dalla modellazione del file digitale, fino alla realizzazione finale del prodotto. Devono inoltre mantenere una relazione di dialogo costante con il consumatore o con il committente del prodotto, proprio come gli artigiani hanno sempre fatto negli anni. Perché i prodotti realizzati mediante l’utilizzo di queste tecnologie, come si è detto, sono spesso personalizzati o realizzati su misura e sono molto più simili a dei manufatti piuttosto che a degli oggetti realizzati in serie.

---

<sup>37</sup> AA.VV., *I.T.A.L.I.A. Geografie del Nuovo Made in Italy*, Symbolia, Unioncamere e Fondazione Edison, 2013.

<sup>38</sup> Secondo i dati dell’Osservatorio Distretti Italiani di Confartigianato.

<sup>39</sup> <http://www.linkiesta.it/ascesa-macchine-tecnologia#ixzz246g6hyBL>

Appare chiaro, dunque, che l'Italia si trova in una posizione più che favorevole per accogliere con entusiasmo questa rivoluzione e che le conseguenze della trasformazione potrebbero aprire nuovi spazi e possibilità di crescita per un made in Italy che nonostante tutto si fa rispettare.

Il sistema Italia, costituito da imprese di piccole dimensioni e caratterizzato da una cultura della produzione di tipo artigianale, può sfruttare il proprio potenziale e cogliere la sfida proposta da questa rivoluzione che avanza, integrando le nuove tecnologie digitali con il lavoro manuale, per essere competitivo e tornare a crescere.

### **3.2 I produttori di tecnologia: chi domina la scena italiana**

Per quanto riguarda la produzione di sistemi e materiali di additive manufacturing, il capitolo 2 ha già evidenziato come esistano dei colossi mondiali che detengono grosse quote di mercato e molti brevetti sulle tecnologie, tanto da rendere possibile l'emergere di nuovi piccoli player ma altrettanto impossibile la competizione di questi sul mercato. Ciò è vero se si resta a un livello di dettaglio generico, ma se si entra nello specifico è possibile notare come anche delle piccole imprese possano affermarsi su un mercato pervaso da giganti.

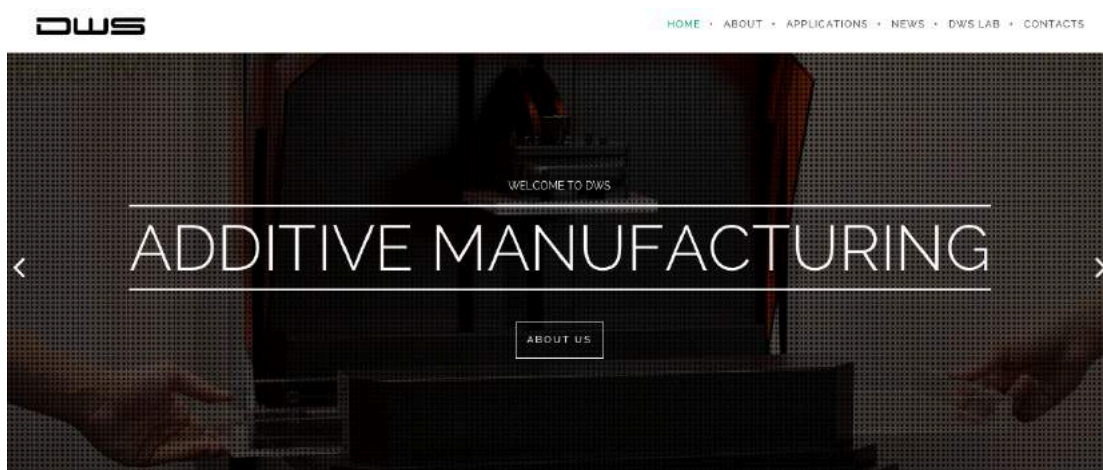
Di seguito verranno presentati due casi di piccole aziende italiane che producono sistemi di additive manufacturing, rigorosamente made in Italy.

#### **3.2.1 DWS Systems**

“In quel pezzo di Nord Est che va dal lago di Garda alla laguna di Venezia vigono tre leggi non scritte. La prima stabilisce, con la forza di un comandamento, che un veneto deve pensare prima di tutto a lavorare. La seconda dice che, nel suo piccolo, un veneto può rivoluzionare il mondo, ma guai a farlo sapere in giro. La terza, infine, sostiene che prima o poi qualcuno lo verrà a sapere, e allora quel veneto, che nel suo piccolo può rivoluzionare il mondo, lo inviterà a fare un giro nella sua fabbrichetta. Che quasi sempre si trova in mezzo al nulla, dove nemmeno Google Maps può farcela. Eppure, da

quella piccola impresa perduta nel profondo Veneto a Las Vegas il passo è breve”<sup>40</sup>. L’articolo di *Wired* del 30 gennaio 2014 si riferisce a DWS Systems, un’azienda nata tra la fine del 2007 e l’inizio del 2008 a Zanè, un piccolo paese in provincia di Vicenza. È il frutto del coraggio e della lungimiranza di Maurizio Costabeber, fondatore con la moglie Rosanna di una delle realtà più innovative d’Italia, che rappresenta un motivo di orgoglio per il Nord Est, anche oltre i confini nazionali. DWS, che sta per Digital Wax Systems, ha una lunga esperienza nel settore della prototipazione. È ormai conosciuta nel panorama dell’*additive manufacturing*: produce stampanti 3D che incorporano la tecnologia di stereolitografia ed è stata inserita nella sezione *manufacturers* del Wohlers Report 2013.

Figura 3.1. Home page del sito di DWS



Fonte: <http://dwssystem.com>

Realizza soluzioni altamente tecnologiche per la prototipazione e la produzione ad alta velocità, che consentono la riduzione del tempo di sviluppo di nuovi prodotti industriali; sistemi che si stanno rivelando importanti risorse strategiche per difendere la competitività aziendale.

La storia di DWS comincia un po’ di tempo addietro, agli inizi degli anni 90. Maurizio lavorava per l’azienda del padre, che importava macchine utensili, e si occupava dei rapporti con il mercato asiatico. Durante un viaggio in Oriente ha avuto la fortuna di veder funzionare uno dei primi esemplari di macchina per la prototipazione rapida che

<sup>40</sup> [http://www.wired.it/economia/start-up/2014/01/30/stampiamo-tutto-3d-anche-denti/?utm\\_source=facebook.com&utm\\_medium=marketing&utm\\_campaign=wired](http://www.wired.it/economia/start-up/2014/01/30/stampiamo-tutto-3d-anche-denti/?utm_source=facebook.com&utm_medium=marketing&utm_campaign=wired)

impiegava la tecnica della stereolitografia. Grazie ad un laser che colpiva del materiale fotosensibile, la macchina era in grado di realizzare degli oggetti ad altissima precisione. Impossibile non restare affascinati dallo strumento, tanto che Maurizio, di ritorno dal viaggio, ha convinto il padre ad importare in Europa e Medio Oriente questi macchinari. Da subito la sua visione si è dimostrata vincente e i ricavi lo hanno confermato, tanto che nel 2000 Costabeber ha deciso di provare a realizzare un macchinario simile in Italia, forte del know how tecnologico che dal 1992 possedeva *in house*. Essendo DWS basata a Vicenza, storica patria dell'oro e dell'oreficeria, la volontà dell'azienda è stata quella di realizzare uno strumento che consentisse di produrre delle parti piccole e estremamente precise nei dettagli, come i gioielli. Le macchine che al tempo importavano e rivendevano erano molto costose, destinate all'industria e impiegate per realizzare prototipi di dimensioni superiori a quelle dei gioielli, ma sono state prese come riferimento per sviluppare le prime stampanti interamente made in Italy.

Nel 2002 il primo prototipo ha visto la luce, e solo un anno dopo è stato esposto alla fiera di Basilea. Il successo di questo primo modello ha consentito all'azienda di chiudere le attività di import dei macchinari e di dedicarsi esclusivamente alla produzione di stampanti 3D a Vicenza, trasformando lo spazio in cui aveva sede in una vera e propria bottega, un laboratorio di produzione.

La realtà è tutt'ora una piccola impresa, che conta ad oggi 26 addetti, tra cui programmatori e sviluppatori di software, persone molto specializzate che sono in grado di realizzare all'interno tutto il lavoro più complesso. La strategia dell'azienda è infatti quella di mantenere all'interno le fasi più critiche e di rivolgersi a partner e contoterzisti per ciò che la piccola dimensione aziendale non consente di realizzare internamente. Si tratta però di un numero selezionato di fornitori iper specializzati e disponibili *a kilometro zero*, nelle immediate vicinanze dell'azienda.

Nella stereolitografia "il materiale è di gran lunga più importante della macchina", afferma Maurizio Costabeber, CEO, in una video intervista riportata da *Wired*. È infatti il materiale che consente di attivare le applicazioni finali. Per questo motivo, DWS non realizza solo macchinari, ma produce all'interno anche i materiali che i suoi macchinari lavorano. L'azienda è in grado di offrire un'ampia varietà di materiali, dalle materie plastiche alle gomme.

La missione tuttora valida è portare sistemi professionali di stereolitografia a una fascia accessibile alla maggior parte delle piccole aziende, per aiutarle a essere competitive anche in un periodo difficile come quello che il Paese sta attraversando.

È stata una scommessa fin dall'inizio perché i sistemi stereolitografici sono storicamente molto complessi e molto costosi: fino a qualche anno fa era impensabile acquistare una macchina per meno di centinaia di migliaia di euro; oggi grazie alla loro scommessa, queste macchine si posizionano quasi a livello consumer.

Il sogno di Maurizio e della moglie, cofondatrice dell'azienda, è quello di riprodurre lo stesso passaggio che è avvenuto nel mondo del computer, da mainframe a personal. Cercano di portare la stampa 3D alla portata di tutti, per liberare l'inventore che si nasconde in ogni individuo. Il mercato sta premiando le scelte di Costabeber attraverso risultati economici di crescita costante: il fatturato nel 2012 è stato di 5,2 milioni di euro ed è aumentato a 7 milioni nel 2013.

I macchinari realizzati da DWS sono estremamente facili da utilizzare, sono caratterizzati da alta affidabilità e richiedono una quantità minima di manutenzione. Una grande flessibilità inoltre è resa possibile dal rapido cambiamento di materiale e dall'assenza di preriscaldamento e calibrazione della macchina.

Analizzando nello specifico l'offerta dell'azienda, si nota come DWS si disponga su tre settori ben distinti.

- *Jewelry & Fashion.* I sistemi di stereolitografia DigitalWax J sono sistemi di produzione additiva appositamente pensati per la creazione di gioielli. Assicurano di ottenere la migliore qualità e affidabilità possibile e assicurano all'utilizzatore di raggiungere risultati eccellenti. I materiali impiegati da questi sistemi si distinguono in resine per colata diretta e resine per stampi in gomma. Le prime sono pensate per la fusione a cera persa diretta di modelli di gioielli. Consentono la produzione in alta definizione di parti dettagliate e superfici lisce che non richiedono finitura manuale. Le seconde invece adatte alla creazione di modelli che vengono utilizzati nella realizzazione di stampi in gomma, inclusi VLT, silicone liquido e gomma vulcanizzata. Queste resine sono adatte ai modelli sottili così come a quelli spessi. A queste si aggiunge una terza categoria di materiali, frutto di assidua sperimentazione e continua innovazione da parte

dell'azienda. Si tratta di una *digital stone*, pietra digitale, disponibile in tutti i colori, per il cui processo additivo DWS detiene un brevetto. La creazione della pietra viene eseguita utilizzando nanotecnologie applicate al processo additivo, ottenendo un materiale biocompatibile avente le caratteristiche principali di una pietra naturale. I macchinari della serie DigitalWax J esistono in sette modelli differenti, tutti accomunati da alta velocità di produzione e accuratezza, dalla possibilità di scegliere liberamente il materiale da utilizzare, dall'assenza di calibrazione e dai bassi costi di funzionamento.

- *Dental & Biomedical.* Anche per il settore dentale e biomedico l'azienda offre specifiche applicazioni. Si tratta della serie DigitalWax D, che si compone di sette diversi macchinari, tutti caratterizzati da alta accuratezza dei risultati, facilità di utilizzo di diversi materiali, bassi costi di utilizzazione. A queste stampanti si aggiungono i materiali utilizzabili, che possono essere suddivisi in quattro categorie. Vi sono le resine da colata, materiali calcinabili pensati appositamente per la fusione a cera persa di oggetti dentali, che consentono di produrre corone ad alta definizione, ponti e altre strutture parziali. Esistono poi materiali trasparenti per applicazioni mediche, adatti alla produzione di modelli chiari ad elevata precisione. Un'altra categoria di materiali è rappresentata da quelli per le impronte digitali: si tratta di materiali sviluppati per la realizzazione di modelli ad impronta direttamente da dispositivi digitali, che consentono di sostituire il tradizionale processo ad impression fisica. Esiste infine una gamma di materiali sensibili alla luce, adatti alla produzione di ponti e corone utilizzabili a lungo termine. Sono presenti in diverse colorazioni e consentono di essere tagliati, modellati e lucidati, in modo da soddisfare ogni tipo di esigenza estetica o funzionale.
- *Industrial Design.* L'offerta di DWS si completa con una serie di macchinari e materiali sviluppati per applicazioni di alta qualità nel campo del design industriale. L'azienda produce tre diversi macchinari, che possono utilizzare resine pensate per la fusione a cera persa diretta, o resine per stampi in gomma, che consentono di realizzare parti resistenti al calore, caratterizzate da alta

precisione e da una superficie estremamente accurata.

Questi modelli rendono DWS Systems rispettata e conosciuta anche fuori dal nostro paese, in quanto rappresentano una soluzione accessibile a tutte le piccole e medie imprese intenzionate ad integrare alle loro attività la tecnologia di 3D printing e i vantaggi che questa comporta. Si tratta di macchinari che possono essere acquistati per poco più di 15.000€ e che mantengono le caratteristiche di quelli industriali e professionali.

Vinta la sfida di democratizzare la tecnologia e renderla accessibile anche alle piccole imprese, Maurizio Costabeber ha deciso di andare oltre e di provare a coprire anche quella fascia di mercato rappresentata da piccoli professionisti e utilizzatori domestici.

Figura 3.2. XFAB, modello consumer di DWS

DWSLAB



Fonte: <http://dwslab.com>

Sfruttando i quindici brevetti internazionali sulla stereolitografia, l'azienda è in grado di produrre tecnologia a basso costo e di incorporarla in un macchinario che più che una stampante desktop sembra essere una macchina industriale in miniatura. Sarà disponibile a un prezzo di circa 5.000\$ e sarà in grado di utilizzare tutti i materiali che appartengono alla gamma offerta da DWS.

Si tratta della nuova XFAB, il cui payoff è “unleash the inventor in all of us”<sup>41</sup>, ad indicare che è uno strumento che potrebbe modificare radicalmente il mercato,

---

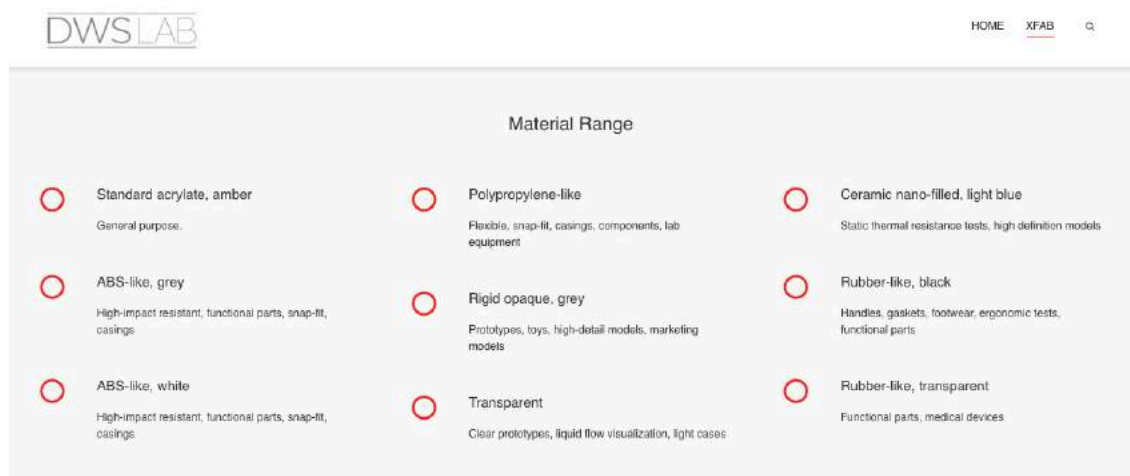
<sup>41</sup> <http://dwslab.com>



consentendo a chiunque di disporre di uno strumento che presenta caratteristiche molto simili ai dispositivi professionali. Il tutto a un prezzo accessibile al mondo *consumer*.

La stampante è stata presentata per la prima volta al CES di Las Vegas e ha riscosso il successo del grande pubblico americano, molto attento al tema *making*.

Figura 3.3. I materiali utilizzabili dalla XFAB



Fonte: <http://dwslab.com>

Tra i motivi dell'interesse riscosso dalla nuova XFAB, vi è la sua capacità di lavorare con nove diverse categorie di materiali, che spaziano dai classici ABS e materiali acrilici, alle ceramiche e ai materiali gommosi.

Sono in molti a credere che la rivoluzione potrebbe partire da qui (la rivista *Make* ne è un esempio), soprattutto perché l'azienda sta già progettando una seconda versione di XFAB, dalle dimensioni ancora più ridotte e dal prezzo dimezzato.

Il made in Italy pare essere arrivato a dire la sua in questa rivoluzione, anche per quanto riguarda il contenuto tecnologico.

### 3.2.2 Kentstrapper

“Come ogni grande invenzione, è iniziato tutto da una passione: la passione di creare, inventare, sperimentare e rischiare. Così Lorenzo e Luciano si sono lanciati in questa esperienza e hanno creduto fino in fondo nelle loro idee e capacità fino a dar vita a questa impresa familiare specializzata nella progettazione e produzione di stampanti 3D.

Oggi Kentstrapper è una realtà forte della collaborazione di professionisti con background e capacità eterogenee, in grado di progettare e produrre strumenti all'avanguardia per la stampa tridimensionale”<sup>42</sup>. Passione, rischio, invenzione, sperimentazione ed esperienza sono le parole chiave che emergono dalla presentazione dell'azienda, alla sezione *chi siamo* del sito web.

Figura 3.4. Home page del sito di Kentstrapper



Fonte: <http://www.kentstrapper.com>

Kentstrapper nasce a Firenze, nel 2011, in un piccolo laboratorio che è stato ricavato da un ex magazzino di idraulica, ma la sua storia inizia molto tempo prima. È la storia della famiglia Cantini, di Lorenzo e Luciano (22 e 29 anni), del padre, idraulico, del nonno, artigiano, e di due cugini. Una startup a metà tra artigianalità e innovazione tecnologia che unisce tre generazioni.

Riccardo Luna li ha inseriti tra gli innovatori d'Italia, tra coloro che cambiano il mondo, nel suo libro *Cambiamo tutto!* e ha raccontato la loro storia in un articolo uscito su Wired.it nel 2012. Tutto è iniziato con la passione per il fare, il costruire e il continuo sperimentare dei due ragazzi, che sin da piccoli si sono costruiti ciò di cui avevano bisogno in casa. Si trattava di oggetti rudimentali ma funzionanti. Un giorno hanno avuto l'illuminazione, accompagnata dal desiderio di avere un macchina che anziché rimuovere materiale, lo aggiungesse. Esistevano già le stampanti 3D industriali, da

<sup>42</sup> <http://www.kentstrapper.com/chisiamo/>

centinaia di migliaia di dollari, ma erano al di fuori della loro portata. Per questo si sono concentrati su una dimensione domestica e accessibile e sulla possibilità di un macchinario di riprodursi. Hanno così studiato il progetto RepRap<sup>43</sup> e hanno deciso di impossessarsi di una stampante di questo tipo, per capirne il funzionamento.

Ne hanno presa in prestito una a Bologna, di proprietà di un pittore slavo, che non era in grado di farla funzionare e dopo qualche mese ne sono diventati esperti. A maggio 2011, infatti, realizzano il loro primo modello di RepRap su misura, Archimede, che ad agosto si presenta nella sua definitiva, lasciando spazio alla progettazione di un nuovo modello, la stampante Galileo, pensata per diffondere la cultura maker nelle scuole. Da questo momento Kentstrapper diventa un'azienda, che più che tale è meglio identificare come laboratorio.

Figura 3.5. Interni dell'officina Kentstrapper



Fonte: [http://gadget.wired.it/news/mondo\\_computer/2012/05/21/officina-maker-kents-trapper-firenze-65487.html#](http://gadget.wired.it/news/mondo_computer/2012/05/21/officina-maker-kents-trapper-firenze-65487.html#)

È un laboratorio in cui si produce tecnologia di prototipazione rapida e produzione additiva a basso costo. Nonostante il livello di innovazione e sperimentazione tecnologica sia paragonabile a un centro di ricerca, il team di sviluppo del progetto continua a lavorare in uno spazio che ricorda una bottega artigianale. Le foto ne sono una testimonianza.

---

<sup>43</sup> Un progetto opensource lanciato nel 2005 da un matematico inglese, Adrian Bowyer. Il docente, che aveva cattedra all'università di Bath, aveva creato una stampante in grado di riprodurre se stessa. Lo ritraggono celebri foto con due strumenti, uno con la scritta *Parent*, l'altro con la scritta *Child*.

Figura 3.6. Famiglia Cantini al lavoro e dettaglio di attrezzi e componenti



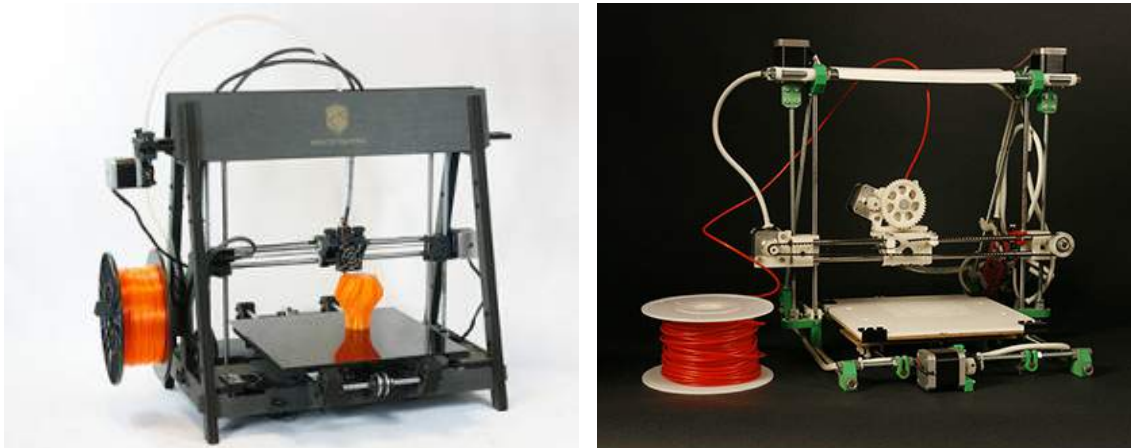
Fonte: [http://gadget.wired.it/news/mondo\\_computer/2012/05/21/officina-maker-kentstrapper-firenze-65487.html#](http://gadget.wired.it/news/mondo_computer/2012/05/21/officina-maker-kentstrapper-firenze-65487.html#)

La famiglia Cantini, dal background più variegato, lavora al computer e programma con le mani, rappresenta un piccolo centro tecnologico in Italia, ma è situata in un magazzino tra le vie di Firenze. Tutto ciò può sembrare contraddittorio a chi non conosce la portata del fenomeno della stampa 3D, ma è in realtà la vera essenza del cambiamento.

A partire da quel 2011 in cui i fratelli Cantini hanno fatto funzionare un vecchio modello di RepRap, molte cose sono cambiate e si sono evolute. L'azienda oggi ha dei punti vendita che vendono i suoi prodotti, uno shop online e un'offerta strutturata.

I macchinari prodotti si differenziano tra stampanti già assemblate e stampanti fornite in kit. Le stampanti Kentstrapper assemblate sono presenti in due diversi modelli, con prezzi che si aggirano intorno a 1500€ e 2500€. Sono smontabili e facili da assemblare, presentano uno spazio di produzione superiore rispetto alle concorrenti americane, sono pensate per un pubblico di architetti, designer, studenti e hobbisti che vogliono avvicinarsi al mondo della stampa 3D. Utilizzano come materiali i fili plastici di ABS e PLA. La caratteristica principale che le contraddistingue, inoltre, è l'essere made in Italy, frutto di una combinazione di lavoro artigiano tradizionale e ispirazione internazionale derivante dal movimento *makers*.

Figura 3.7. Stampante assemblata (a sinistra) e stampante in kit (a destra), Kentstrapper



Fonte: <http://www.kentstrapper.com/negozio/>

A queste si aggiunge la stampante Kentstrapper in kit, che deriva direttamente dal progetto opensource RepRap, a cui sono state apportate sostanziali modifiche. È la versione low cost e viene venduta ad un prezzo di 660€.

Oltre agli strumenti per produrre, Kentstrapper vende i materiali da lavorare, che si sostanziano in bobine di filo di PLA o ABS.

### **3.3 La tecnologia e le sue applicazioni in Italia**

Nonostante la sfiducia generale nel Paese e il diffuso malcontento, e nonostante si tenda a pensare che l'Italia non abbia una tradizione legata alla tecnologia e allo sviluppo o alle innovazioni tecnologiche, i casi appena presentati affermano il contrario.

DWS e Kentstrapper rappresentano due esempi di aziende che producono, in Italia, innovazioni tecnologiche straordinarie e che credono fermamente nella tecnologia come motore dello sviluppo del paese.

Non si tratta però di novità, né per quanto riguarda la tecnologia in oggetto, né per quanto riguarda la sua adozione.

Come nel resto del mondo, anche in Italia la tecnologia di produzione additiva viene impiegata in diversi ambiti e da diversi soggetti. A partire dalla prototipazione rapida, passando per la grande industria che impiega la tecnologia per realizzare pezzi finiti,

fino ad arrivare alla piccola impresa o all'artigiano, che si trova a cogliere la sfida di ripensarsi in modo nuovo e assolutamente diverso, senza gettare il saper fare che l'ha finora contraddistinto e provando ad integrare una tecnologia che finora gli era oscura. È noto ormai che gli Stati Uniti sono i maggiori sostenitori di questa rivoluzione che parte dalla tecnologia e cambia prima di tutto la produzione e forse l'Italia non potrà competere con l'America in merito a sviluppo e diffusione di strumenti tecnologici. Ha però una possibilità ancora maggiore, se riesce a integrare i vantaggi offerti dalla tecnologia con il saper fare e la tradizione manifatturiera che l'hanno resa grande nel mondo.

### **3.3.1 L'Additive Manufacturing per la prototipazione rapida**

La prototipazione rapida, basata su tecniche additive di costruzione, arriva in Italia quando ancora la tecnologia è ritenuta inadeguata alla produzione di beni di consumo. Per questo non si parla ancora di rivoluzione, in quanto non costituisce un insieme di processi e strumenti attraverso cui le materie prime vengono trasformate in prodotti finiti. Negli anni in cui Gatto e Iuliano scrivono *Prototipazione rapida. La tecnologia per la competizione globale* (1998), uno dei più importanti testi italiani sull'argomento, lo stato della tecnologia e della sua adozione è abbastanza critica. La prima macchina, una SLA 250, era stata installata a Trento nel 1988, presso la Stelit (di cui si dirà nel prossimo capitolo), divenuta il primo centro italiano di servizio per la prototipazione. Il 1995 ha segnato la svolta, con un aumento significativo dei sistemi di RP presso il nostro mercato, tanto che un anno dopo è nata APRI, l'*Associazione Italiana di Prototipazione Rapida*.

Sempre secondo gli autori, il mercato italiano si trovava in una situazione di forte ritardo rispetto al mondo. I problemi principali riguardavano il limitato numero di attori, la scarsità della rete vendita e il ridotto numero di installazioni in rapporto al numero di imprese che avrebbe potuto usare la tecnologia. Tutto ciò era dovuto in parte a una recessione che aveva colpito il paese all'inizio degli anni 90, in parte a scarsa diffusione delle conoscenze e dei sistemi CAD. Le aziende italiane, inoltre, non erano pronte ad operare in modo interdisciplinare e il settore industriale era caratterizzato da scarsa integrazione e forte frammentazione delle tecnologie.



Lo scenario è rapidamente cambiato negli anni, soprattutto grazie al matrimonio di successo tra tecnologie di produzione additive (e vantaggi ad esse connessi) e settore dell'automotive, molto sviluppato e decisamente forte in Italia.

Secondo il Wohlers Report 2013, infatti, il settore automotive in Italia è il principale utilizzatore di sistemi di additive manufacturing.

L'Italia si è sempre contraddistinta per metodi di produzione altamente personalizzati e molto più artigianali che scientifici. Per questo l'additive manufacturing ha potuto riscontrare successo e consensi: ha consentito di focalizzarsi su soluzioni di tipo *custom*, realizzate mediante questa tecnologia innovativa.

### **3.3.2 L'Additive Manufacturing e la grande industria: il caso Avio Aero di Novara**

Anche in Italia, la grande industria rappresenta uno dei soggetti che impiega con successo la tecnologia dell'additive manufacturing. Non si tratta solo di prototipazione rapida, piuttosto di tecnologia impiegata per produrre pezzi finiti. Si può dunque parlare di rivoluzione in quanto lo sviluppo e l'adozione di sistemi di produzione additiva sta cambiando il settore della manifattura e il suo modo di funzionare.

Il confronto con gli Stati Uniti continua ad essere d'obbligo, in quanto sono frequenti le notizie che riguardano Obama e gli ingenti investimenti nel settore manifatturiero americano. L'obiettivo è quello di accelerare il reshoring, ossia il ritorno in patria delle attività manifatturiere (innovative e che incorporano un alto contenuto tecnologico), invertire il declino del settore manifatturiero, creare nuovi posti di lavoro e costruire un terreno fertile per gli investimenti, anche esteri.

Come racconta un articolo del Sole24ORE, una delle tante iniziative poste in essere dall'amministrazione Obama, che ha già investito un miliardo di dollari in attività connesse a 3D printing e digital manufacturing, è la creazione di un centro tecnologico a Youngstown, nell'Ohio. Si tratta di un istituto specializzato nella produzione di prodotti finiti e componenti, attraverso la tecnologia di additive manufacturing. "La strategia dell'amministrazione coadiuvata dalla Corporate America è quella di scommettere su un circolo virtuoso tra innovazione e produzione che faccia fiorire [...] un articolato e

vibrante tessuto industriale al passo con i tempi”<sup>44</sup>, riporta l’articolo.

L’Italia non ha nulla da invidiare a tutto ciò, e il caso di Avio Aero in provincia di Novara ne è la testimonianza.

Avio Aero è un business di GE Aviation nato nel 1908 ed è leader tecnologico e manifatturiero nel settore dell’Aeronautica civile e militare; offre servizi di progettazione, produzione e manutenzione dei componenti. Rappresenta un’eccellenza per il gruppo General Electric, per quanto riguarda le trasmissioni meccaniche e le turbine di bassa pressione. In Italia è situata la sede principale e vi sono moltissimi altri stabilimenti.

Il 14 dicembre 2013 è stato inaugurato lo stabilimento di Cameri, in provincia di Novara, uno dei più grandi al mondo e interamente focalizzato sull’additive manufacturing. Ciò significa che l’intero edificio produttivo utilizzerà la tecnica della stampa tridimensionale per trasformare modelli digitali in prodotti reali, mediante l’aggregazione di polveri metalliche.

La scelta di investire nella realizzazione di uno stabilimento simile dipende dai vantaggi che la tecnologia impiegata può offrire e che incontrano perfettamente le esigenze attuali dell’industria aeronautica che vuole proiettarsi sul futuro.

Le sfide poste dall’aeronautica sono ad esempio la riduzione dei pesi, che comporta un risparmio nei consumi e una minore quantità di emissioni e la riduzione dei tempi di realizzazione dei pezzi, che possono essere realizzati in un’unica volta, a prescindere dalla complessità della geometria e non richiedono fusione, saldatura o assemblaggio.

I 2400 metri quadri di spazio, a Cameri, hanno consentito l’installazione di 60 macchinari e due atomizzatori in grado di produrre direttamente in sede le polveri metalliche di leghe speciali (ad esempio, l’Alluminio di Titanio), oltre a due strumenti dedicati al trattamento termico dei componenti.

Avio Aero ha dimostrato un impegno costante nel campo dell’innovazione negli ultimi anni, come si può notare dalla figura sottostante, con un investimento di quasi 400 milioni di euro tra il 2010 e il 2012, di cui 100 dedicati ad attività di R&D.

---

<sup>44</sup> <http://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2013-02-15/obama-punta-industria-hitech-063853.shtml?uid=AbhakUH>



Figure 17. Innovazione di Avio Aero in numeri



Fonte: Elaborazione personale

Tra gli investimenti, compaiono inoltre 20 milioni di € per l'additive manufacturing. Il CEO Riccardo Procacci afferma che “nell'industria aeronautica poter contare su una nuova tecnologia significa aver creduto e investito per anni in un processo di ricerca e sviluppo. Lo stabilimento [...] è il risultato dell'impegno e della passione dei nostri tecnici e ingegneri, nonché della stretta collaborazione che coltiviamo con università, centri di ricerca e con il tessuto industriale di piccole e medie imprese sul territorio italiano. Grazie a questo oggi Avio Aero compie un ulteriore passo in avanti nella progettazione e produzione di componenti che voleranno nei motori aeronautici del futuro, sempre più performanti, silenziosi e con minori emissioni”<sup>45</sup>.

Le tecnologie protagoniste della nuova produzione di Novara, saranno sostanzialmente di due tipi:

<sup>45</sup>[http://www.avioaero.com/it/media\\_center/press\\_releases/2013/avio\\_aero\\_nasce\\_in\\_piemonte\\_la\\_stampa\\_3d\\_per\\_lindustria\\_aeronautica\\_del\\_futuro/avio\\_aero\\_nasce\\_in\\_piemonte\\_la\\_stampa\\_3d\\_per\\_lindustria\\_aeronautica\\_del\\_futuro/](http://www.avioaero.com/it/media_center/press_releases/2013/avio_aero_nasce_in_piemonte_la_stampa_3d_per_lindustria_aeronautica_del_futuro/avio_aero_nasce_in_piemonte_la_stampa_3d_per_lindustria_aeronautica_del_futuro/)

- ✓ EBM, *Electron Beam Melting*. Si tratta di una tecnologia che utilizza un fascio di elettroni per fondere polveri metalliche. Le polveri, che verranno prodotte internamente dai due atomizzatori, sono costituite di materiali formati da alluminio e titanio. Grazie a questa lega particolare, i componenti realizzati potranno essere più leggeri di quasi il 50%.
  
- ✓ DMLS, *Direct Metal Laser Sintering*. È una tecnologia che impiega un raggio laser per fondere polveri metalliche. Si tratta di una delle tecnologie più diffuse al mondo e utilizza materiali già a disposizione.

L'impiego di queste tecnologie nello stabilimento comporterà una serie di vantaggi, tra cui:

- Assenza di emissioni, grazie all'utilizzo di una tecnologia green
- Maggiore omogeneità dei prodotti e uniformità metallurgica
- Maggiore resistenza dei prodotti (saranno oggetti monolitici, non un insieme di componenti aggregati tra loro)
- Maggiore leggerezza dei prodotti (grazie all'utilizzo di speciali polveri di alluminio e titanio)
- Velocità di realizzazione dei prodotti (una volta che la macchina ha terminato il processo, il pezzo è finito)
- Riduzione degli sprechi di energia e di materiali.

Il settore aeronautico rappresenta un'eccellenza in Piemonte, contando un fatturato di 2,6 miliardi di euro e 12.000 addetti impiegati, e dimostra essere in espansione nonostante la crisi. Per questo anche il Ministro dello Sviluppo Economico, Zanonato, considera il caso Avio Aero un esempio di come il nostro sistema produttivo possa tornare ad essere competitivo mettendo al centro competenze, innovazione e tecnologia. Attraverso la costruzione di un modello che integra risorse e talenti, saper fare manifatturiero che appartiene al nostro territorio e innovazione e sviluppo tecnologici, il Paese può lasciarsi alle spalle la crisi, rivolgersi al futuro con ottimismo e tornare a conquistare i mercati globali.

È di fondamentale importanza comprendere che il successo di un'azienda deriva dalla combinazione intelligente di tecnologia e lavoro umano, l'uno non può escludere l'altro, ma devono essere complementari e copresenti.

### **3.3.3 L'Additive Manufacturing e l'artigianato**

Il tessuto manifatturiero (e culturale) italiano è da sempre caratterizzato dalla presenza del lavoro artigiano. L'artigianato ha contribuito a creare un'immagine forte dell'Italia nel mondo ed ha favorito lo sviluppo dei distretti industriali e delle piccole imprese che hanno determinato la crescita del paese nei decenni scorsi. Adesso si trova davanti a una sfida: può cogliere l'opportunità offerta dalle nuove tecnologie e dal nuovo modo di intendere la produzione e rinnovarsi, ripensarsi in modo da integrare tutto ciò che lo contraddistingue (e che differenzia il nostro paese dagli altri) con le tecnologie più all'avanguardia.

La Fondazione Giannino Bassetti, che si occupa di innovazione e nuove tecnologie in ambito artigianale e industriale, ha di recente organizzato un convegno a San Francisco dal titolo "From Taylorism to Tailor Made". Il presidente della fondazione, Piero Bassetti, ha dichiarato al termine dell'evento: "È in atto una vera rivoluzione. Sta cambiando il modo in cui si passa dal progetto all'oggetto. In Italia siamo ancora indietro dal punto di vista delle tecnologie, avanzate invece negli Stati Uniti e in Germania. In compenso, abbiamo una cultura del fare artigiano che proprio da questa rivoluzione potrebbe trarre nuova linfa. Il concetto del "bello" diventerà fondamentale per fare la differenza, mentre perderà valore la produzione in serie e in grandi quantità conosciuta dal fordismo in poi".<sup>46</sup>

Se l'artigianato è in grado di proiettarsi in una nuova dimensione culturale ed economica può tornare a costituire un elemento di successo e competitività per le aziende.

Il fenomeno mediatico che sta dietro al movimento maker, di cui si è già parlato nel capitolo 2, ha riportato finalmente al centro dell'attenzione la manifattura, anche se con diversa accezione. Si tratta in questo caso di una produzione digitale, in cui strumenti

---

<sup>46</sup> <http://www.casa24.ilsole24ore.com/art/arredamento-casa/2013-07-23/futuro-design-artigianato-182508.php?uuiid=AbDDspGI>

comandati da un computer trasformano file digitali in oggetti reali. L'editor di Wired Italia, Massimo Russo, in un articolo afferma che “per una volta siamo in pole position. Siamo l'unico paese in cui da sempre i makers sono impresa. Sono i nostri artigiani, che da un migliaio d'anni creano da sé non solo i prodotti ma anche gli strumenti e le tecniche con i quali realizzarli”<sup>47</sup>. Non solo produttori singoli e indipendenti, ma piccole imprese fondate sul saper fare tradizionale e sul lavoro artigiano che si ibrida al contenuto tecnologico. È questa la questione fondamentale: le nuove tecnologie e i nuovi strumenti vanno ad affiancarsi e a fondersi con la manifattura tradizionale, ma non la sostituiscono.

Una combinazione tra manifattura fondata sul sapere artigianale e una manifattura di tipo digitale sembra quasi un paradosso, ma analizzando il significato e le caratteristiche di entrambe, si evince che tutte e due le tipologie di produzione mirano allo stesso risultato.

L'artigianato made in Italy, infatti, è da sempre sinonimo di qualità, innovazione, varietà, reattività al mercato, originalità. Si distingue nel mondo per un alto livello di personalizzazione, per l'offerta di prodotti in contrasto con la standardizzazione e la diffusa globalizzazione e omogeneizzazione dei gusti e delle preferenze, per la possibilità di realizzare piccole serie o pezzi unici. Il tutto ascoltando il cliente, esigente e colto, e cercando di costruire un oggetto che risponda perfettamente alle sue richieste. Ciò avviene da sempre nelle cosiddette *quattro A* della manifattura italiana, che rappresentano i pilastri del made in Italy: il settore alimentare, il comparto abbigliamento-moda, l'arredo-casa e infine l'automazione-meccanica.

Non deve stupire, dunque, che tutto ciò che rappresenta il made in Italy a livello di produzione abbia molto in comune con quello che viene definito digital manufacturing. La manifattura digitale, infatti, grazie alle tecnologie che impiega, è in grado di fornire delle produzioni molto limitate, delle piccole serie e addirittura dei pezzi unici. Non solo è in grado di farlo, anzi, lo fa in modo economicamente vantaggioso. Produrre in modo estremamente vario, inoltre, non rappresenta un problema, in quanto basta apportare delle modifiche al modello digitale prima di stamparlo o di tagliarlo a laser, senza incorrere in costi aggiuntivi. È possibile per lo stesso motivo realizzare un prodotto esclusivo e su misura, che risponda perfettamente alle richieste di uno

---

<sup>47</sup> <http://blog.wired.it/cablogrammi/2013/09/20/makers-per-una-volta-in-italia-siamo-allavanguardia.html>

specifico cliente. I vantaggi offerti dalla tecnologia, rispetto alla produzione artigianale, inoltre, si concretano in tempi e costi. I tempi di produzione del pezzo e di immissione del prodotto sul mercato vengono notevolmente accorciati e il costo di ottenere una produzione personalizzata o un oggetto realizzato su misura è sensibilmente ridotto. Sembra così che i limiti storici dei mestieri tradizionali stiano per essere superati.

Per usare le parole di Aurelio magistà, di un articolo uscito su La Repubblica il 7 novembre 2013, “ritorna l’artigiano. Ma non è più lo stesso. Che cosa sta diventando lo vedremo”<sup>48</sup>.

Un buon ritratto dell’artigiano lo si ritrova nel libro del sociologo Richard Sennet, che descrive questa figura senza nostalgia per un passato ormai superato e senza la volontà di recuperare gli antichi mestieri. Propone un ritorno alla figura dell’artigiano basata sulla riscoperta delle sue virtù, quali la passione per il lavoro e per la qualità del risultato, la volontà di migliorarsi sempre attraverso l’esperienza e il dominio delle tecniche.

Il lavoro artigianale si distingue dagli altri per alcune caratteristiche fondamentali. Innanzitutto, l’artigiano detiene una certa *autonomia* nel suo lavoro, che riflette la sua capacità di risolvere problemi complessi e di dominare l’intero processo produttivo, impiegando capacità, conoscenze e una grande varietà di strumenti diversi.

Una seconda caratteristica è costituita dalla capacità dell’artigiano di restare in *dialogo costante* con il suo cliente o committente, esigente e sofisticato, che si traduce nella capacità di ascoltare le sue richieste e di tradurle in un prodotto che risponde esattamente alle sue esigenze e che rispetta un livello di qualità tale da non deluderlo.

Infine, rileva come caratteristica del lavoro artigianale l’*aspetto sociale* del suo lavoro, che si traduce in attività socialmente riconosciute e rispettate, che possono essere tramandate (oggi tutto è reso più facile dall’esistenza della rete e dalla facilità di creare community online o confronti diretti su social network).

A queste tre principali caratteristiche, va aggiunta poi quella che Sennet e Micelli identificano come “idea di un lavoro ben fatto”. Altro tratto distintivo di un artigiano è, infatti, il desiderio di realizzare un lavoro qualitativamente superiore, che tende a essere un’opera d’arte. L’artigiano è inoltre in grado di rapportarsi al mondo sensibile e il suo lavoro è una continua sintesi fra pensiero e azione, fra conoscenza astratta ed esperienza

---

<sup>48</sup> <http://ricerca.repubblica.it/repubblica/archivio/repubblica/2013/11/07/lartigiano-pialla-web.html>

pratica. Fondamentale è questo aspetto, ribadito con forza anche dal sociologo inglese David Gauntlett, nel suo libro *La società dei Makers*: pensare e fare sono estremamente connessi, sono parte di uno stesso processo che cesserebbe di esistere qualora mancasse una delle due componenti.

Le caratteristiche fin qui esposte sono esattamente ciò che si ritrova nella figura del nuovo artigiano, un artigiano digitale, che unisce a tutto questo la conoscenza e il know how tecnologico e la capacità di metterlo al servizio di un saper fare che deve tornare il segreto per essere un paese competitivo.

Affinché questa riscoperta del fare non sia un mero ritorno al passato, ma possa rappresentare una via di uscita dalla crisi, due aspetti devono essere integrati. Il primo è costituito dalla rete, che non è semplicemente un canale di vendita per il commercio elettronico, ma è anche uno strumento per narrare la propria storia, la propria esperienza, per mettersi in contatto con persone con cui collaborare, è uno strumento di lavoro. Il secondo aspetto è costituito dal racconto. Gli artigiani sono chiamati, infatti, ad abbandonare l'idea che per anni li ha contraddistinti, l'idea che il custodire gelosamente e segretamente il proprio sapere li avrebbe mantenuti in vita, tutelandoli e proteggendoli dai concorrenti. Oggi il paradigma va invertito. Proprio a fronte di una competizione sempre più spietata, è necessario trasformare il “saper fare” in “far sapere”. Scrive Micelli su First Draft “Il vero fattore del cambiamento è la domanda, che oggi reclama – a ragione – di sapere che storia c'è dietro un oggetto e un servizio. Oggi, il racconto è parte integrante del valore di un bene. Senza una storia è difficile immaginare di differenziare alcunché”<sup>49</sup>.

Il mondo oggi si aspetta che chi fa, racconti chi è, come lavora, da dove trae ispirazione, qual è la cultura che accompagna la sua carriera e che determinerà le sue scelte tecniche e di design. Questo pare essere il complemento necessario per offrire e vendere prodotti sofisticati e di qualità, soprattutto a chi non ha ancora imparato che cosa significa Italia e Made in Italy.

---

<sup>49</sup> <http://www.firstdraft.it/2013/10/07/perche-artigiani-e-maker-fanno-fatica-a-parlarsi-e-che-fare-a-riguardo/>

## Capitolo 4

### **Digital Manufacturing e Made in Italy: il caso .exnovo**

Dopo aver illustrato segnali di cambiamento, tecnologie emergenti e nuovi soggetti protagonisti della scena produttiva e non solo, e dopo aver indagato le possibilità per il made in Italy di cogliere la sfida del cambiamento, di ripensarsi in chiave innovativa unendo tradizione artigianale e saper fare e tecnologie d'avanguardia, verrà presentato il caso di una piccola impresa italiana.

Si tratta di un'azienda trentina che incarna perfettamente il significato che la terza rivoluzione industriale si porta dietro e che rappresenta un caso di eccellenza in Italia e un esempio concreto di digital manufacturing all'italiana.

#### **4.1 La storia**

.exnovo è un brand di HSL srl, situata a Trento, e la sua storia comincia molto tempo fa, quando ancora il marchio non occupava i pensieri di chi l'ha creato. È una storia di pionieri del mercato, di evoluzioni e cambiamenti, di diversificazioni del settore.

Nel 1988 viene fondata a Trento Stelit srl. L'attività inizia con due addetti e con l'installazione della prima macchina in Italia (e una delle prime in Europa) per la prototipazione rapida, basata su principi di costruzione additiva. Si tratta di una macchina di stereolitografia, tecnologia inventata solo due anni prima negli Stati Uniti. Con un investimento di circa 300.000€ in attrezzature, l'azienda inizia ad operare, "inventando" il mercato italiano del rapid prototyping. Le vendite nei primi anni sono rare e molto difficili, a causa della poca fiducia nella tecnologia, che rappresenta al momento un'assoluta avanguardia. Dopo qualche anno (1994) le vendite iniziano ad aumentare e arrivano i primi utili, lo staff si ingrandisce, vengono fatti ulteriori investimenti in attrezzature e l'azienda cambia sede. Nel 1996 Stelit viene acquisita dalla società Promau Engineering, divenendo così Promau RPD srl. Gli anni a venire vedono l'attività dell'azienda in continua crescita: del fatturato, dell'organico, dei risultati tecnologici, di investimenti in attrezzature. Visto il trend positivo e le buone

prospettive di continuare la crescita, negli anni 2000 viene costruito un nuovo immobile industriale in cui avviare i lavori, situato nella località produttiva di Trento, a Spini di Gardolo (dove HSL si trova tuttora). L'attività viene ampliata e si decide di offrire ai clienti un nuovo servizio di tooling. Il mercato della prototipazione rapida inizia ad essere maturo, i prezzi cominciano a scendere e si punta sull'allargamento dei servizi offerti. Viene creato un centro stile a Forlì per fornire ai clienti un pacchetto integrato di prodotti e servizi, per aumentare la competitività.

A partire dal 2003, però, la crisi del Gruppo Fiat causa un rallentamento generale del quadro economico nazionale, gravando maggiormente sulle aziende manifatturiere del settore automotive, ossia i principali clienti dell'azienda. Si trova così costretta a reagire potenziando la struttura commerciale e trovando nuovi sbocchi, in settori diversi dall'automotive. Gli investimenti in ricerca e sviluppo interna, insieme alla diversificazione dei settori (focus su aerospazio e vetture da competizione), hanno premiato l'azienda consentendole di aumentare il fatturato nonostante le difficoltà.

L'azienda inizia così a consolidare la propria gamma di servizi; organizza e gestisce per conto terzi l'avvio di una produzione di prodotti in Cina, garantendo affidabilità, qualità ed eccellenza. L'attività di questo nuovo team stampi genera nel primo anno il 30% del fatturato, superando anche le migliori previsioni. Al contempo, però, l'attività di industrial design non è così fruttuosa e rischia di distrarre la società dagli obiettivi importanti.

Nel primo semestre del 2008, in concomitanza con l'inizio della fase recessiva del Paese, l'azienda attua uno spin-off dal centro stile, arrivando poi a luglio ad una vera e propria separazione. La sede trentina di Promau diventa indipendente. Ignazio Pomini, socio di minoranza, rileva le quote degli altri soci e cambia la ragione sociale in HSL srl. HSL è l'acronimo ambizioso di *Hic Sunt Leones*, come la scritta latina che compariva sulle mappe romane del Nord Africa, ad indicare le aree in cui l'esplorazione si rivelava pericolosa e richiedeva la presenza di guide preparate. È un po' ciò che Kim e Mauborgne definiscono la creazione di un oceano blu<sup>50</sup>, un mercato nuovo in cui proporsi come guida per l'innovazione.

La fine dell'anno segna però l'arrivo della grande crisi, che influenza inesorabilmente il business di HSL; diviene difficile chiudere nuovi contratti e i clienti abituali hanno

---

<sup>50</sup> Kim, W. C., Mauborgne, R., *Strategia Oceano Blu. Vincere senza competere*, Etas, 2005



budget zero. L'azienda inizia a cercare vie alternative concentrandosi nel settore racing e cercando di spostarsi nella fascia di alta gamma del settore dell'auto, entrambi mercati che sembrano sentire meno il peso della crisi. Il primo semestre del 2009 vede un calo del fatturato di più del 50%, che viene però recuperato in parte nel secondo semestre.

Nell'anno successivo l'azienda punta all'innovazione e alla diversificazione, e seguendo certi impulsi del Nord Europa, decide di lanciare una linea propria di prodotti.

Nel 2010 nasce così .exnovo, da un'idea di Ignazio Pomini (founder) e di un suo collaboratore, Fabio Ciciani (co-founder e, oggi, sales manager), un brand indirizzato alla produzione di componenti d'illuminazione e d'arredo di design, innovativi ed esclusivi. Il tutto senza tralasciare la competenza e l'esperienza sviluppate nella tecnologia e nella prototipazione e cercando di trasformare l'attività tradizionale nella realizzazione di piccole serie limitate e di prodotti di nicchia orientati al mercato del lusso.

Visto il coraggio dimostrato con l'intraprendere la strada del mercato B2C, Pomini nel 2012 decide di intraprendere un altro progetto innovativo e di creare un altro brand, .bijouets, orientato alla produzione di accessori moda.

#### **4.1.2 HSL ed .exnovo oggi**

In quasi venticinque anni di lavoro, HSL ha sviluppato un know-how invidiato dai concorrenti e una gamma di prodotti e servizi che garantiscono al cliente un approccio integrato.

HSL rappresenta oggi una PMI in grado di lavorare con OEM e sub-fornitori italiani e internazionali, tra cui compaiono grandi nomi come Ferrari, Maserati, Lamborghini, Toro Rosso, Magneti Marelli, Electrolux.

Le sue principali attività riguardano l'engineering di prodotto, la prototipazione, il rapid manufacturing, la gestione di attrezzature di produzione (stampi), produzione e assemblaggio.

Le basi della sua crescita sono dovute soprattutto a: rapporti di partnership effettiva e reciproca stima con i clienti (si tratta di clienti di qualità, fedeli e soddisfatti); continua tensione verso l'eccellenza; coesione del team di lavoro, prima di tutto a livello di rapporti umani.

.exnovo rappresenta oggi un brand di lampade e oggetti d'arredo, innovativi ed esclusivi. Tutti i prodotti della collezione sono il frutto di un matrimonio di successo tra la tecnologia di stampa 3D professionale e un saper fare artigianale che conferisce loro un carattere di unicità ed esclusività che li distingue dagli altri offerti sul mercato. Tecnologia e artigianato si mettono poi al servizio di design e creatività, che grazie ai vantaggi della tecnologia può essere espressa senza alcun limite.

Oltre alla collezione che offre a catalogo, .exnovo ha l'ambizione di proporsi come partner nello sviluppo di progetti personalizzati e su misura, affiancando designer, architetti e artisti che vogliono intraprendere l'esperienza di realizzare un prodotto attraverso l'utilizzo di una tecnologia all'avanguardia e di un artigianato quasi industriale.

Forte delle competenze che l'azienda madre (HSL) ha costruito ed accumulato negli anni, .exnovo cerca di trasferire il know how che ha reso HSL eccellente agli occhi di chi produce le migliori macchine sportive, anche nella realizzazione di prodotti finiti e creati su misura, pronti a soddisfare anche i clienti più esigenti.

## **4.2 La tecnologia**

La tecnologia utilizzata per produrre gli oggetti della collezione .exnovo è detta sinterizzazione laser e appartiene alle tecniche di produzione additiva che rientrano sotto il nome additive manufacturing, o 3D printing. Si tratta di tecnologie che costruiscono gli oggetti a partire da file digitali e li realizzano aggiungendo materiale strato dopo strato.

Le macchine che utilizza .exnovo sono macchinari industriali di EOS, di cui si è parlato nel capitolo 2, come illustrato nella Figura 4.1.

Figura 4.1. Macchina per sinterizzazione laser



*Fonte:* Elaborazione personale

Tutte le macchine sono collegate a dei computer, che contengono i file .stl accuratamente modellati e trasformati in dati percepibili dalla macchina e adatti a essere stampati. Sui monitor dei computer è possibile controllare l'avanzamento dei lavori, in quanto il display mostra la sezione di oggetto che il laser sta “disegnando” sulla polvere.

Il materiale di partenza è la poliammide, o comunemente definita polvere di nylon.

Il processo funziona con un laser che passa e disegna sulla polvere la sezione di modello 3D corrispondente; dove passa, solidifica la polvere. Una volta effettuato il passaggio, una sorta di vassoio solleva un altro strato di polvere, che viene livellato ed è pronto a subire un altro passaggio di laser. Il processo si ripete finché il prodotto non è interamente finito. Il processo è lungo e può durare un'intera giornata, in quanto la macchina deve subire innanzitutto un processo di riscaldamento. Dopo che ha raggiunto la temperatura adeguata, è pronta a funzionare. Una volta che ha terminato il lavoro, è necessario attendere la fase di raffreddamento del sistema, prima di poter estrarre il cubo di polvere contenente gli oggetti che la macchina ha realizzato.

### 4.3 L'artigianalità, oltre il lavoro della macchina

Sembra difficile accettare l'idea che la componente artigianale sia parte di questa nuova realtà, ma solo chi non ha mai approfondito il tema rigetta la questione. È necessario sfatare il mito del luogo di lavoro affollato di macchine automatizzate che lavorano e privo di uomini. Ed è opportuno abbandonare l'idea dell'artigiano d'altri tempi, che lavora chiuso nella sua bottega.

La figura dell'artigiano è una figura ricca e complessa, che incarna storia e scienza, sapere e saper fare, conoscenza delle tecniche e conoscenza dei materiali; gli artigiani pensano e fanno, usano la testa e le mani, e amano i prodotti e la loro bellezza.

Andrea Granelli scrive che “è sempre più necessario avere degli artigiani che plasmano la materia prima e la adattano ai vari contesti di utilizzo. Lévis Strauss ha usato per il mestiere artigiano una straordinaria metafora – *sedurre la forma*”<sup>51</sup> e tutto ciò si adatta perfettamente al contesto digitale.

.exnovo rappresenta un'eccellenza ed è il simbolo di quella che si definisce *manifattura digitale*, in Italia. L'azienda utilizza macchinari e tecnologie d'avanguardia e si dimostra innovativa per le continue sperimentazioni di prodotto e di processo. Entrando però nel capannone in cui ha sede, ha Trento, non si ha la sensazione di essere in un laboratorio tecnologico del futuro, ma piuttosto in un'officina. Prima ancora che le macchine (le stampanti professionali hanno dimensioni molto elevate), si notano le persone, la componente umana. Ciò che rende l'azienda diversa e superiore a livello di qualità di prodotto offerto, infatti, è proprio la componente artigianale che emerge in ogni attività svolta. Per utilizzare le parole di Ignazio Pomini, CEO, bisogna tornare “a una lavorazione artigianale che restituisca valore alle cose, alla cura del dettaglio, all'amore per i particolari”<sup>52</sup>. Prima o poi tutti saranno in grado di utilizzare la tecnologia in modo adeguato; ciò che fa la differenza allora è la possibilità di contare su un team di persone specializzate che sappia utilizzare le mani per dare valore agli oggetti. Il gruppo di artigiani che lavora con .exnovo è stato formato internamente e vanata competenze che purtroppo non sono reperibili sul mercato con una certa facilità. Ed proprio questo il valore aggiunto: se il macchinario si rompe o funziona male, può

---

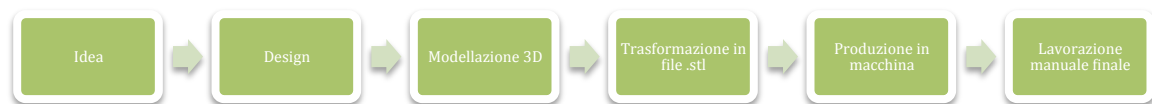
<sup>51</sup> Granelli, A., *Artigiani del digitale. Come creare valore con le nuove tecnologie.*, Roma, Luca Sossella Editore, 2010.

<sup>52</sup> <http://www.linkiesta.it/artigianato-3d-printing-stampanti>

essere rapidamente sostituito; lo stesso non vale per il lavoro di una persona competente e specializzata.

Il lavoro umano, nel processo di creazione dei prodotti .exnovo, incide su tutte le fasi: a partire dal momento dell'ideazione, fino alla fase finale di finitura del prodotto, passando per la fase di produzione ad opera della stampante, che deve essere supervisionata da un operatore specializzato in grado di intervenire in caso di bisogno. Sono due, però, i momenti in cui la componente artigianale emerge: la fase della modellazione, che precede il lavoro delle macchine, e la fase della finitura, che avviene dopo che le stampanti hanno realizzato l'oggetto.

Grafico 4.1. Dall'idea al prodotto finito



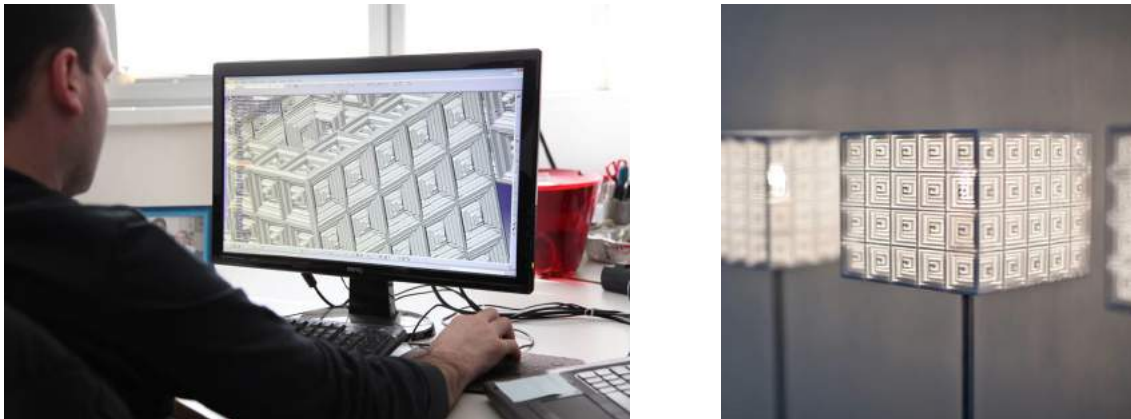
Fonte: Elaborazione personale

### 4.3.1 La modellazione tridimensionale

La fase della modellazione è ciò che sta a monte del processo di produzione digitale. Artigiani specializzati creano al computer dei modelli tridimensionali che corrispondono all'idea di prodotto concepita. Cercano di tradurre l'idea del designer in un oggetto stampabile, provano a dare forma ad un pensiero. Devono immaginare ciò che i creativi hanno in mente e tentare di tradurlo in un modello concreto.

Ogni modello creato, è relizzato appositamente *su misura*, da un artigiano che lavora con le mani, pensa con la testa e si serve di uno strumento (il computer) per completare il suo lavoro. I software di modellazione 3D utilizzati sono Rhino, CATIA e Grasshopper; si tratta di programmi che richiedono specifiche abilità e competenze e non possono essere utilizzati da chi si avvicina al tema con semplice curiosità.

Figura 4.2. Il processo di modellazione della Lampada Kaa, a sinistra. Lampada Kaa, a destra



*Fonte:* Elaborazione personale

Spesso chi modella ha l'onere di variare l'idea originaria, soprattutto quando questa non rispetta i limiti tecnici (che esistono, seppur ridotti) imposti dalla tecnologia. Per limiti si intende soprattutto la dimensione dell'oggetto, che non può ovviamente eccedere il volume della camera di produzione del macchinario, e lo spessore del prodotto. La macchina lavora con un altissimo livello di precisione, ma uno spessore troppo ridotto potrebbe alterare le caratteristiche del prodotto nel tempo.

#### **4.3.2 La finitura manuale**

Terminato il processo di modellazione, il file contenente il modello 3D viene convertito in formato .stl in modo che risulti comprensibile alla macchina. La stampante, ricevuto il file come input, realizza l'oggetto attraverso un processo di costruzione additiva. Una volta terminata la produzione del modello, inizia la fase di lavorazione e finitura del prodotto.

La prima operazione consiste nell'estrarre dalla macchina il job di lavoro contenente i pezzi prodotti. Tutti gli oggetti realizzati, infatti, quando vengono estratti dalla stampante sono immersi in un cubo di polvere. È compito degli artigiani tirarli fuori e ripulirli dalla polvere non solidificata, facendo attenzione soprattutto alle forme più delicate, compiendo dei gesti molto vicini a quelli di un archeologo che riporta alla luce oggetti sepolti.

Figura 4.3. Mani al lavoro e strumenti per la finitura



*Fonte:* Elaborazione personale

Ogni oggetto viene estratto singolarmente e dopo esser stato ripulito viene lavorato a mano con l'aiuto degli strumenti necessari. Il processo di sinterizzazione laser della polvere consente di raggiungere livelli elevati di precisione, ma per ottenere l'eccellenza ogni dettaglio della forma prodotta viene enfatizzato manualmente.

Una volta che tutti i residui di materiale non solidificato sono stati rimossi, il pezzo è pronto per subire il processo di sabbiatura, un procedimento mediante il quale si sublima la superficie di un oggetto, rimuovendone i residui, con una pistola ad aria compressa che getta aria e sabbia.

L'oggetto che ne risulta presenta una superficie finita estremamente curata nei dettagli. Tutti i prodotti mantengono alla fine del processo una certa porosità, una caratteristica che deriva dalla tipologia del processo produttivo, che consiste nella solidificazione del materiale polveroso. Ove necessario, o richiesto espressamente dal cliente, la superficie può essere levigata e resa liscia.

Citando l'ingegner Pomini, si sta "tornando a una lavorazione artigianale che restituisca valore alle cose, alla cura del dettaglio, all'amore per i particolari...[...] Realizzare oggetti come quelli che facciamo richiede una quantità di ore inimmaginabile. Quando escono dalla macchina sono orrendi. Bisogna poi accarezzarli, rifinirli, con cura, e questo richiede una gran quantità di tempo. C'è dunque un contributo tecnologico, ma anche un contributo artigianale..."<sup>53</sup>.

<sup>53</sup> <http://www.linkiesta.it/artigianato-3d-printing-stampanti>

Ogni prodotto realizzato in azienda viene quindi trattato singolarmente, da una persona che dedica parte del suo tempo per lavorare solo quello. È proprio questo che consente all'azienda di affermare che i propri prodotti sono pezzi unici, mai uguali gli uni agli altri e molto più simili ad un'opera d'arte che a pezzi industrializzati.

#### **4.4 Design e creatività**

Uno dei blog di design e architettura più famosi al mondo, Dezeen, ha dichiarato che il digital manufacturing sta rivoluzionando il modo in cui i designer pensano e creano i loro prodotti. Se fino a qualche anno fa la libertà di pensiero dei creativi era necessariamente condizionata dai limiti tecnici imposti dalla progettazione e dalla produzione, adesso queste barriere non esistono più. Grazie all'utilizzo delle tecnologie digitali, come quella impiegata da .exnovo, ognuno è libero di spingersi oltre il limite dell'immaginazione e tendere alla sperimentazione infinita.

La stampa 3D consente di realizzare forme che sarebbero impossibili da produrre con le tecnologie tradizionali, o possibili solo mediante la produzione di tante piccole parti assemblate in un secondo momento. Per questo si dice che la tecnologia premia la creatività e libera l'immaginazione. Esistono dei limiti tecnici per quanto riguarda la produzione, dettati dal fatto che la tecnologia, anche se esistente da diversi anni, costituisce ad oggi un'avanguardia ed è ancora in via di sperimentazione. Si tratta però di limiti superabili, che non bloccano l'espressione della creatività di chi vi si avvicina. Una delle più grandi rivoluzioni sta proprio nel sapere che qualsiasi idea si abbia, questa potrà divenire concreta in un solo processo di produzione, in un pezzo unico realizzato in una sola volta.

Molti designer affermati si sono avvicinati al mondo del 3D printing, realizzando qualche pezzo delle loro collezioni o organizzando eventi per mostrare il funzionamento della tecnologia al grande pubblico che da tempo li segue.

La vera essenza della tecnologia, però, pare essere colta con più entusiasmo dai giovani designer emergenti, forse più familiari con i nuovi strumenti di produzione, o forse solo più curiosi e desiderosi di stare al passo con i tempi e spingersi oltre. Per questo .exnovo ha deciso di rivolgersi a loro per lo sviluppo della nuova collezione.



A Selvaggia Armani, architetto e designer che dal principio collabora con .exnovo e a cui si devono tutte le prime creazioni del brand, sono stati affiancati cinque giovani designer di talento, già conosciuti in ambito nazionale e internazionale: Francesca Lanzavecchia, Alessandro Zambelli, Gio Tiroto, Stefano Rigolli, Simone Fanciullacci. È stato organizzato un primo workshop a Trento, in azienda, a cui sono stati invitati a partecipare. È stato mostrato loro come funzionano le macchine e spiegato il processo di funzionamento della tecnologia. Con i dovuti suggerimenti in merito alla presentazione dei progetti, .exnovo ha lanciato loro la sfida di realizzare delle lampade cercando di superare i limiti dell'immaginazione e lasciandosi guidare da creatività e istinto. Da quel momento è iniziato un rapporto di collaborazione intenso e alla pari, in cui tutte le parti hanno imparato le une dalle altre e da questa collaborazione ne è uscita la nuova collezione di .exnovo, orientata al design come mai prima d'ora.

#### **4.4.1 Il rapporto tra design e 3D printing**

3D Printing Industries ha di recente pubblicato un articolo che vede protagonista Alessandro Zambelli e la serie di lampade Afillia che ha realizzato per .exnovo. L'obiettivo dell'articolo è indagare insieme al designer il rapporto che si sta creando tra la tecnologia di stampa 3D e il design.

Il 3D printing ha assunto una posizione centrale e sarà sempre più al centro nel mondo del design creativo. Non rimpiazzerà (ed è giusto che sia così) i processi e i materiali che appartengono alla produzione tradizionale, ma aggiungerà nuove possibilità, sempre di più. Alessandro, che dichiara di essere affascinato dalla tecnologia e intenzionato a restare aggiornato a tutti i nuovi sviluppi del processo e alle nuove possibilità creative che offre, afferma “now, when I think of a particular detail I want to develop, the first thing that I consider is: can I 3D print it?”.<sup>54</sup>

L'approccio creativo deve necessariamente cambiare, perché la sinterizzazione permette ai designer di creare cose che in passato non potevano essere create. Nonostante ciò possa generare un'esplosione creativa, è necessario affrontare l'impatto che i prodotti avranno sul pubblico. Soprattutto per quanto riguarda .exnovo, che utilizza la plastica (una particolare polvere di nylon) per produrre tutte le sue creazioni, si rivela difficile

---

<sup>54</sup> <http://3dprintingindustry.com/2014/02/03/alessandro-zambelli-exnovo-explore-ups-downs-3d-printing-designers/>

far capire il vero valore degli oggetti, vista l'apparente povertà del materiale con cui sono realizzati. E il "semplice" fatto che gli oggetti creati sarebbero impossibili da realizzare con tecniche tradizionali, sembra non essere sufficiente a farne comprendere il valore a chi non è pratico di processi manifatturieri.

Per questo Zambelli, per le sue ultime creazioni, le lampade Afillia<sup>55</sup>, ha deciso di dare loro un tocco umano, che le riportasse al mondo terreno e che fosse comprensibile a chi non conosce la tecnologia e le sue potenzialità.

Figura 4.4. Lampada Afillia design di Alessandro Zambelli

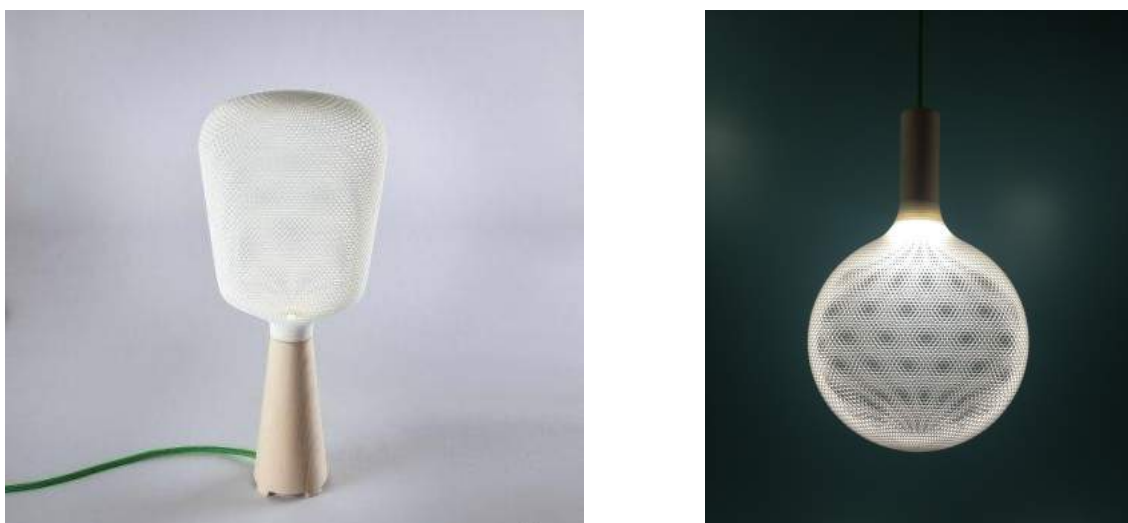


Foto: [www.exnovo-italia.com](http://www.exnovo-italia.com)

Ha voluto "creare una forma, esclusivamente realizzabile con la stampa 3D, che però contenesse un richiamo alla tradizione: un oggetto intriso di nuove tecnologie e vecchi saperi".<sup>56</sup> Ha, infatti, combinato la tecnologia di 3D printing e il materiale da essa utilizzato, con la tecniche di tornitura e fresatura manuale del legno di pino, un antico mestiere tipico dell'Alto Adige. Le lampade Afillia presentano dunque una base di legno, di cirmolo o cembro, che conferisce loro un elevato valore aggiunto.

Zambelli sembra aver raggiunto il suo obiettivo, creando un oggetto "dall'anima leggera, [...] che riporta chi lo guarda a un'idea semplice"<sup>57</sup>. Laura Traldi, l'autrice dell'articolo citato, pubblicato sul blog di [d.repubblica.it](http://d.repubblica.it), sembra essere rapita dall'oggetto in questione, tanto da affermare "Trovo la leggerezza della trama, in

<sup>55</sup> Nella botanica, il nome Afillia si riferisce a un esemplare di pianta senza foglie, ma vivente.

<sup>56</sup> <http://designlarge-d.blogautore.repubblica.it/2014/01/30/lanima-leggera-di-una-lampada/>

<sup>57</sup> <http://designlarge-d.blogautore.repubblica.it/2014/01/30/lanima-leggera-di-una-lampada/>

evidente contrasto con la struttura in legno, di una bellezza quasi ipnotica. C'è un qualcosa di antico e contemporaneo insieme in questo oggetto etereo ma complesso nella sua spudorata (e solo apparente) semplicità”<sup>58</sup>.

Il 3D printing pare essere riuscito a dare forma a un sentimento e a mettersi al servizio del design per creare un oggetto di straordinaria bellezza.

## 4.5 Il prodotto

Dopo quanto è stato fin qui esposto, non è difficile capire come la tecnologia di stampa 3D si metta al servizio del design e della creatività per realizzare oggetti che vengono sublimati da un'attenta lavorazione artigianale. Il prodotto per .exnovo è il risultato di questo. È un mix di innovazione e tradizione, di sguardo al futuro e di attaccamento alle radici, di globalità e di amore per il proprio territorio. Ed è il risultato dell'amore e della passione di chi lavora per realizzarlo.

Tutti gli oggetti della collezione .exnovo sono realizzati in nylon sinterizzato e la gamma di prodotti include vasi, vassoi, ma soprattutto lampade.

Ogni oggetto viene prodotto su richiesta, on demand e just in time (per eliminare inutili avanzi di magazzino, l'azienda ha scelto di tenere i modelli in una sorta di archivio digitale, pronti per essere stampati) e vengono consegnati al cliente in un tempo che non supera mai le tre settimane, dal momento dell'ordine (salvo ordini di grossi quantitativi).

Si tratta di prodotti esclusivi, che si collocano in una nicchia di mercato elevata. Sono costosi e vanno necessariamente raccontati; sono pensati per un consumatore sofisticato e colto, che è alla ricerca di un pezzo unico e nuovo, che non è presente nel mercato.

Vi sono attualmente due collezioni: la prima quasi interamente disegnata da Selvaggia Armani; la nuova collezione è frutto invece dell'intensa collaborazione con giovani talenti. Oltre ai designer che da poco fanno parte del team, i nuovi prodotti presentano un'altra grande novità. Sono realizzati mediante una commistione di tecniche, saperi e materiali, che combinano la tecnologia di stampa 3D professionale, con materiali quali il vetro, soffiato a bocca a Murano (VE) dai maestri vetrai, e il legno, lavorato secondo

---

<sup>58</sup> <http://designlarge-d.blogautore.repubblica.it/2014/01/30/lanima-leggera-di-una-lampada/>

la tradizione altoatesina. La scelta di combinare diversi materiali riconferma la posizione dell'azienda in merito all'importanza dell'artigianato e alla volontà di ripensare agli antichi mestieri in chiave del tutto innovativa.

I prodotti a catalogo, però, non esauriscono l'offerta di .exnovo. Grazie alla tecnologia di produzione impiegata e alla flessibilità e dinamicità che caratterizzano l'azienda in ogni ambito, .exnovo sceglie di offrire ai suoi clienti servizi di personalizzazione di modelli esistenti, di realizzazione di progetti bespoke e su misura.

Il team di professionisti, che hanno sviluppato e consolidato le competenze nel corso degli anni con i sfidanti progetti di HSL, sono dunque a disposizione:

- di architetti e designer che intendono avvicinarsi al mondo del 3D printing professionale e del design;
- di clienti finali, che desiderano un prodotto unico realizzato (o adattato sulla base di un modello esistente) appositamente per loro, in tempi e costi assolutamente competitivi.

#### **4.5.1 Storytelling: il valore del racconto**

Il processo produttivo è parte integrante del prodotto e la sua narrazione e descrizione contribuiscono in modo incisivo alla creazione del valore aggiunto per il consumatore.

L'esaltazione dei processi produttivi nella comunicazione e nella promozione dei prodotti, mostrando gli operai intenti nelle diverse fasi che portano dalla modellazione al prodotto finito ha l'obiettivo di rendere partecipi i consumatori nella creazione dei prodotti, e raccontare una storia fatta di valori, qualità ed eccellenza, che rendono unico ogni prodotto.

L'azienda deve essere capace di raccontarsi stimolando la memoria e il recupero delle tradizioni del passato nel consumatore. Morace, infatti, sostiene che la riscoperta del passato e la sua valorizzazione aiutano a interpretare il presente, e scrive che “la narrazione è la modalità privilegiata con la quale le storie vengono proposte al grande pubblico, siano esse storie radicate nel passato, racconti vivi del presente o immaginati per il futuro, perché è attraverso il racconto sequenziale e per sviluppo progressivo, che si crea l'attesa e si stimola la curiosità di chi ascolta”<sup>59</sup>.

---

<sup>59</sup> Morace F., *I paradigmi del futuro. Lo scenario dei trend*, 2011, p. 115

Dato queste tendenze in atto nello scenario attuale e gli importanti cambiamenti nel comportamento d'acquisto dei consumatori, le aziende devono adeguare le loro strategie, strumenti e processi per fornire una risposta adeguata alle esigenze e alle aspettative dei clienti.

Stiamo assistendo a un cambiamento, sono molte infatti le piccole imprese che hanno deciso di raccontare la propria storia coinvolgendo i consumatori dall'ideazione del prodotto al risultato finale, grazie alla loro esperienza e ai nuovi strumenti a loro disposizione.

È questo il caso anche di .exnovo, che realizza prodotti in grado di trasmettere qualcosa ai consumatori, che raccontano una storia fatta di valori, qualità ed eccellenza.

Di fondamentale importanza è riuscire a raggiungere i consumatori, coinvolgerli attraverso la comunicazione e la promozione dei prodotti, in modo che essi si sentano partecipi nel processo creativo. La potenzialità offerte dal 3D Printing in questa direzione sono infinite, infatti, oltre a permettere qualsiasi tipo di personalizzazione del prodotto, il cliente può sedersi accanto al tecnico artigiano che si occupa della modellazione e creare un prodotto be spoke. La sfida che le aziende devono cogliere, quindi, è quella di riuscire a raccontare e comunicare nel modo migliore queste potenzialità.

Gli strumenti che le aziende hanno a disposizione per la comunicazione con i consumatori possono essere distinti in due categorie: analogici e digitali.

Gli strumenti analogici sono quelli tradizionali, come ad esempio eventi e fiere di settore nazionali ed internazionali, che sono di fondamentale rilievo per la presentazione del prodotto e per la creazione di contatti, quindi per lo sviluppo del brand.

.exnovo per esempio ha partecipato al Fuori Salone e ad EuroLuce<sup>60</sup> a Milano, a Index a Dubai, e a Maison&Objet a Parigi, cercando di proporre sempre uno spazio in grado di raccontare la storia dei prodotti dall'ideazione al prodotto finito che coinvolgesse i visitatori sotto diversi aspetti.

Gli strumenti digitali per la comunicazione con i consumatori, invece, comportamento investimenti ridotti, in alcuni casi quasi pari a zero e sono generalmente più rivolti al consumatore finale. I diversi mezzi che le imprese possono utilizzare sono: stampa

---

<sup>60</sup> EuroLuce: manifestazione di riferimento internazionale per il settore dell'illuminotecnica, organizzato da Cosmit o COSMIT (acronimo di Comitato Organizzatore del Salone del Mobile Italiano) è l'ente che si occupa dell'organizzazione del Salone Internazionale del Mobile e di altri eventi, dedicati sempre all'arredamento.

mainstream e magazine, blog, social network, piattaforme e-commerce, community e altre realtà.

La presenza su testate giornalistiche del settore sia su carta sia online e sui blog è di sicuro un mezzo per raccontarsi e per velocizzare la riconoscibilità del brand. Nella maggior parte dei casi non vengono fatti investimenti in comunicazione da parte delle aziende, ma le pubblicazioni avvengono gratuitamente per riconoscimento della validità del progetto e del prodotto. Tra le testate giornalistiche e i blog che hanno maggiore influenza ci sono Ottagono, Interni, Domus, Elle Decor, AD, Dezeen.com, designboom.com, mocoloco.com.

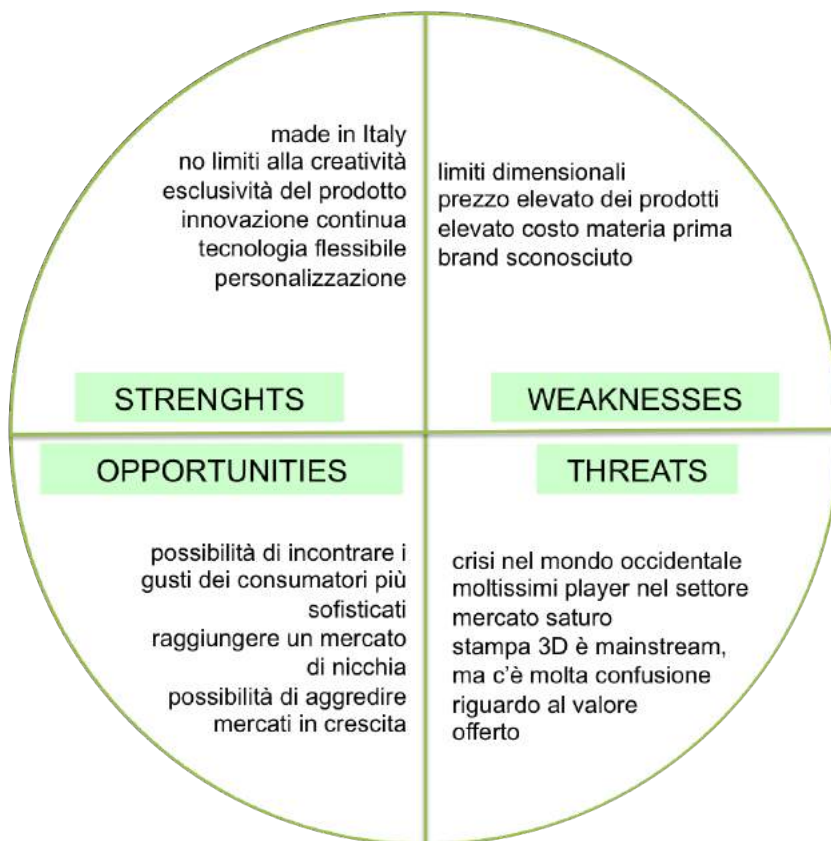
.exnovo utilizza il sito web aziendale e i social network per raccontare la propria storia e quella dei prodotti, il primo è più istituzionale e formale, mentre le pagine social su Facebook e Twitter hanno un approccio più informale. Vengono pubblicate immagini delle fasi della lavorazione dei pezzi, in modo da far percepire al consumatore il valore insito in essi, testi che spiegano il processo produttivo, vengono inoltre condivise le pubblicazioni riguardanti il brand, e gli eventi ai quali sarà presente; grazie a questi strumenti chiunque può interagire in modo diretto con l'azienda.

## **4.6 La SWOT Analysis**

Per avere un quadro preciso di come .exnovo si posiziona, è utile effettuare una swot analysis, andandone ad indagare punti di forza e di debolezza determinati dall'ambiente interno, e minacce e opportunità che provengono dall'ambiente esterno.

La figura qui sotto ne propone una schematizzazione.

Grafico 4.2. Analisi Swot per .exnovo



Fonte: Elaborazione personale

Partendo dal quadrante in alto a sinistra, si può notare come .exnovo abbia diversi fattori chiave su cui puntare. Primo fra tutti, il made in Italy. Sembra banale, ma una delle prime domande che sorgono spontanee nel momento in cui ci si interfaccia con i clienti è proprio dove vengono realizzati i prodotti e l'aver l'intero processo produttivo insediato a Trento, gioca sicuramente a favore dell'azienda. Gli altri punti di forza di .exnovo sono in qualche modo legati alla tecnologia utilizzata per produrre. Questa consente infatti di svincolare la creatività dalle barriere e dai limiti imposti dalle altre tecnologie produttive, consentendo di realizzare ogni tipo di forma desiderata. Le produzioni possono inoltre essere personalizzate o realizzate su misura, rispettando specifiche richieste. Non vi sono stampi o modelli in partenza, ma solo file digitali che possono essere modificati prima di essere stampati. Il prodotto acquisisce una certa esclusività, in quanto viene realizzato su richiesta, just in time e prodotto singolarmente, volta per volta. Viene lasciato spazio alle sperimentazioni e alle

innovazioni di prodotto ed ogni pezzo della collezione è esposto a una potenziale e continua revisione, per cercare di raggiungere l'eccellenza.

Accanto a questi punti di forza, è necessario menzionare anche i punti di debolezza, sinteticamente elencati nel quadrante in alto a destra.

Sebbene la tecnologia comporti numerosi vantaggi, alcuni dei quali già menzionati, implica anche dei limiti, primo fra tutti la dimensione. Esiste infatti un limite dimensionale connesso al volume della camera di produzione della macchina. Non si possono realizzare modelli molto grandi in un solo pezzo; il problema è ovviabile assemblando i componenti una volta prodotti, ma ciò fa perdere il fascino della stampa 3D, che consente a differenza delle altre tecniche di realizzare geometrie impossibili e in pezzi monolitici. Altra debolezza per .exnovo è l'elevato costo della materia prima utilizzata, la poliammide, che deve essere pregiata a tal punto da non perdere le sue caratteristiche una volta sinterizzata. Il costo elevato della polvere si traduce inoltre in prezzi elevati dei prodotti finiti, che non sempre vengono compresi dal mercato. Soprattutto quando gli interlocutori sono consumatori poco colti e acquistano il prodotto di design semplicemente per una questione di ostentazione e di status sociale. Tutto ciò gioca a sfavore di .exnovo, che non può vantare una forte identità di marca e un brand conosciuto.

Passando poi alle minacce che provengono dall'ambiente esterno, non può essere evitato il fattore crisi, che sta duramente colpendo tutto l'occidente. Il mercato è in standby e i consumi sono bloccati in molti paesi. Il settore in cui .exnovo agisce, inoltre, quello dell'illuminazione di design, è molto affollato. Ci sono numerosi player, che tendono a saturare la domanda. Il fenomeno mediatico che si sta creando attorno al tema del 3D printing, inoltre, crea molto interesse e curiosità, ma non aiuta brand come .exnovo che utilizzano una tecnologia industriale e professionale. Il messaggio che emerge da tutta l'attenzione rivolta a questi nuovi strumenti, è che a breve ognuno potrà acquistare la sua stampante e prodursi in casa tutto ciò di cui ha bisogno. Questo potrà anche essere vero, ma è necessario marcare la differenza fra i due diversi segmenti: desktop e personale / professionale e industriale. È difficile comunicare il valore del prodotto a chi crede che sarebbe in grado di realizzarlo da casa "a costo zero". I prodotti della collezione .exnovo presentano un livello di definizione e accuratezza non raggiungibili con una produzione domestica. Mancherebbero le competenze, la



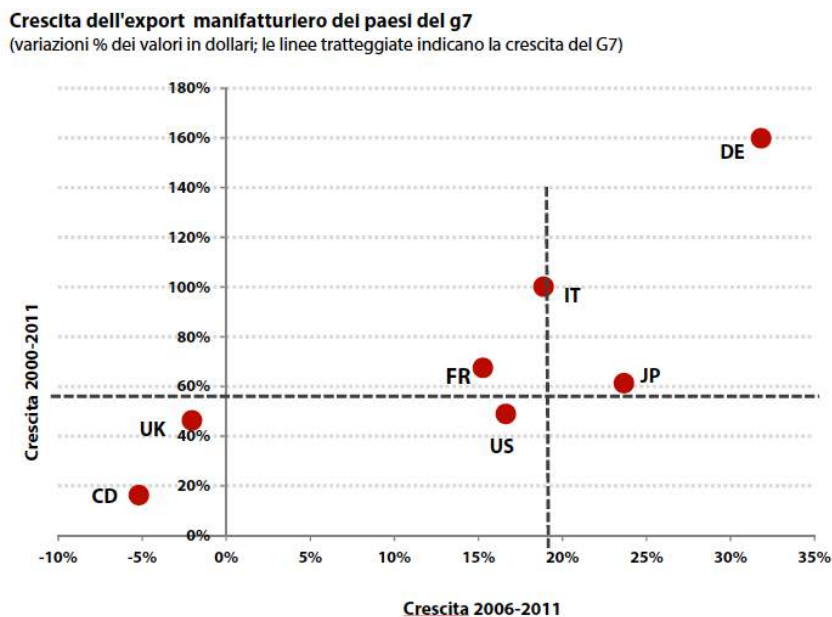
conoscenza della tecnologia e dei materiali, la capacità di supervisionare il processo, l'abilità manuale di rifinire i prodotti una volta che la macchina li ha realizzati. Fortunatamente si tratta di una piccola parte di pubblico, che per necessità esula dal target di .exnovo. Come la filosofia orientale insegna, il bene e il male sono sempre due facce della stessa medaglia. Nello specifico, la parola crisi in cinese, *wei ji*, è composta di due ideogrammi che significano rispettivamente pericolo e opportunità. L'opportunità più grande per l'azienda, infatti, consiste nell'occupare quella nicchia di mercato che si rivolge a consumatori colti e sofisticati, stanchi di trovare nelle offerte delle aziende i soliti prodotti, privi di personalità e pura espressione della massificazione. Si tratta di consumatori con una disponibilità a pagare maggiore, che comprendono la superiorità del valore offerto e che cercano un prodotti diverso. Infine, la crisi che colpisce l'occidente si trasforma in opportunità anche perché spinge le aziende, e tra queste anche .exnovo, a spostare gli orizzonti e a formulare strategie di aggressione per i paesi emergenti, le cui economie sono in continua crescita. Alla luce di questa analisi, sembra che la situazione sia favorevole e ci siano molti spiragli di ottimismo.

#### **4.7 Previsioni e prospettive**

Come noto a tutti, e come più volte esposto in questo elaborato, l'Italia sta vivendo una situazione di crisi che grava pesantemente sul tessuto economico e imprenditoriale del paese. Nonostante le prospettive poco incoraggianti legate alla ripresa dell'economia del paese, .exnovo, come tante altre piccole e medio imprese italiane, ha continuato ad investire ed innovarsi, cercando di presentarsi al meglio ai mercati che si trovano oltre i confini nazionali.

Supportata anche dai dati che emergono da diverse analisi e report sul made in Italy e che dimostrano una crescita dell'export manifatturiero, .exnovo ha deciso di strutturare una strategia di crescita rivolta soprattutto ai mercati esteri.

Figura 4.5. Crescita dell'export manifatturiero



Fonte: elaborazione Fondazione Edison su dati WTO

A supporto della strategia di crescita intrapresa, .exnovo ha appena concluso un 2013 focalizzato sugli investimenti.

Tra i più rilevanti, gli investimenti riguardanti lo sviluppo prodotto e la creazione di una nuova collezione all'insegna di un design esclusivo, che mette in luce le competenze dell'azienda in merito all'utilizzo della tecnologia e alla finitura artigianale dei prodotti. Tecnologia e artigianato, combinati con una riscoperta di vecchi mestieri, che si mettono al servizio del design e consentono di esprimere la creatività e il talento dei giovani designer che hanno iniziato a collaborare con l'azienda. Dopo un'anteprima a New York e la presentazione ufficiale a Parigi durante la fiera Maison&Objet, il design firmato .exnovo sembra aver incontrato l'interesse del pubblico mondiale.

Ci sono state pubblicazioni sui più importanti blog di design, architettura e arredamento e le riviste specializzate più accreditate vi stanno dedicando degli spazi nelle loro prossime uscite.

Gli altri importanti investimenti riguardano la partecipazione di .exnovo in progetti internazionali, che sono nati e si sono sviluppati nel corso dell'anno che si è appena concluso.

Il progetto più rilevante è sicuramente Design-Apart, che ha inaugurato lo scorso novembre a New York un *Living Showroom* nel cuore di Manhattan. Si tratta di un loft

arredato con i prodotti di una ventina di aziende italiane, che nel loro settore rappresentano piccole eccellenze manifatturiere, in grado di essere innovative e di restare allo stesso tempo legate alle tradizioni. Tutte le aziende che ne fanno parte, sono vere e proprie partner del progetto e hanno creato un network che ha sicuramente inciso sulla sua buona riuscita. L'obiettivo è promuovere il design italiano, bespoke e su misura, nel mondo, partendo da una città come New York, che rappresenta la migliore vetrina a livello globale. Si tratta di un appartamento in cui le persone vivono, lavorano e organizzano eventi per mostrare che il design italiano va vissuto, condiviso e inserito in un ambiente in cui i prodotti possano comunicare tra loro e trasmettere emozioni a chi li sceglie.

A partire dall'inaugurazione, avvenuta il 14 novembre, il progetto ha attirato l'attenzione della stampa mondiale (il *New York Times* ha pubblicato un articolo a riguardo) e di molti interessati che vogliono riproporre nelle loro abitazioni, in quelle dei loro clienti e nei loro showroom, gli arredi visti e "vissuti" nel loft.

Un altro grande progetto intrapreso da .exnovo nel corso dell'anno riguarda l'apertura di uno showroom a Dubai, in partnership con un attore locale con il quale vi è un rapporto di stima e fiducia reciproca, nato durante la partecipazione dell'azienda alla fiera Index di Dubai. Il mercato degli Emirati Arabi è un mercato ricco, che sta investendo molte risorse sul design italiano nel settore arredo; inoltre, ha già mostrato interesse nei prodotti della collezione .exnovo e nella filosofia che ne è alla base. Avere un punto di contatto il loco significa porre le basi per nuove e importanti collaborazioni con attori locali e poter aggredire da vicino un mercato che, seppure ricco e ben predisposto, presenta dei caratteri di diversità rispetto ai territori conosciuti.

L'ultimo investimento rilevante intrapreso dall'azienda, con obiettivi di crescita internazionale, riguarda una missione commerciale in Asia, mediante il supporto di una collaboratrice che da anni vive e opera nel mercato cinese. L'obiettivo del progetto è riuscire ad ottenere contatti e avviare partnership con attori locali, soprattutto nelle zone di Pechino, Shanghai, Hong Kong, Singapore, che si stanno dimostrando le più attente al design italiano di nicchia, come elemento di legittimazione e forte crescita.

Grazie a questi investimenti effettuati, .exnovo, brand di una piccola impresa italiana, sta raggiungendo il suo obiettivo: essere competitivo nel mercato globale.

## Conclusioni

Nella tesi si è analizzata la rivoluzione del Digital Manufacturing, spiegando dapprima quali sono le tecnologie che stanno trasformando il mondo della produzione e della manifattura e in seguito quali sono i nuovi attori che dominano la scena.

Nuovi produttori di macchinari e materiali si sono conquistati una posizione dominante a livello globale; un movimento di soggetti, i maker riscopre la passione per il fare e grazie alle nuove tecnologie si avvicina al mondo della produzione; nuove piattaforme web distribuiscono i prodotti realizzati mediante tecniche e strumenti digitali e coinvolgono il consumatore nella definizione dell'oggetto, facendolo partecipare alla fase di ideazione, design, personalizzazione del prodotto.

Una volta comprese le dinamiche di trasformazione del settore economico e manifatturiero a livello globale, l'attenzione si è spostata sull'Italia e sulle opportunità che si presentano ad essa: un Paese che ha costruito la sua forza su un saper fare e su delle competenze a livello di processo e di materiali.

Nonostante la situazione di crisi che grava sull'economia nazionale e nonostante la diffusa tendenza a considerare l'Italia poco innovativa e poco aperta al cambiamento, l'elaborato dimostra che il nostro Paese sta progressivamente integrando le tecnologie oggetto della rivoluzione e che è pronto a trarne tutti i vantaggi che ne derivano.

La tecnologia di additive manufacturing, in particolare, viene impiegata con successo in Italia in diversi settori produttivi. La prototipazione rapida è stato il primo, ma gli ambiti di applicazione della stampa 3D si stanno rapidamente ampliando alla grande industria (il capitolo 3 illustra il caso Avio Aero, colosso mondiale nel settore aeronautico che ha aperto di recente uno stabilimento produttivo completamente dedicato all'additive manufacturing) e alla piccola impresa, che rimane ancora oggi il vero motore della nostra economia.

I prodotti realizzati attraverso le tecnologie di manifattura digitale sono caratterizzati da elementi quali l'unicità, la possibilità di personalizzazione, l'essere creati su misura o in piccole serie: gli stessi elementi che distinguono nel mondo il Made in Italy e le piccole produzioni artigianali.

Per questo, la vera sfida per l'Italia è rivolta in particolar modo alle piccole imprese che hanno costruito il loro successo su una tradizione manifatturiera e un saper fare artigiano, garanzia di qualità ed eccellenza delle produzioni.

Integrando le nuove tecnologie, che consentono di superare alcuni limiti tecnici legati al lavoro tradizionale, con il lavoro artigiano, fondato su saper fare e abilità manuale, su conoscenza delle tecniche e dei materiali, su passione e amore per le proprie creazioni, l'Italia può continuare a crescere economicamente ed essere nuovamente competitiva sui mercati globali, tornando a rappresentare nel mondo la qualità e l'eccellenza, nei settori dell'agroalimentare, arredo-casa, abbigliamento-moda e automazione-meccanica. Esempio emblematico, che esprime il potenziale di crescita insito nel sistema produttivo italiano è .exnovo, brand della trentina HSL, che realizza lampade e complementi d'arredo combinando la tecnologia di stampa 3D professionale con il saper fare artigianale, rappresentando quindi un'eccellenza nel settore design-arredo di nicchia.

## Bibliografia

### *Articoli e libri*

AA.VV., *A tutta forza verso l'estero. Strategie e strumenti per accelerare lo sviluppo nei mercati internazionali*, Intesa Sanpaolo e Pambianco, Milano, 6 Novembre 2012.

AA.VV., *Esportare la dolce vita. Il bello e ben fatto italiano nei nuovi mercati: veicoli e ostacoli*, Confindustria Centro Studi e Prometeia, Sipi, Roma, Aprile 2012.

AA.VV., *I.T.A.L.I.A. Geografie del Nuovo Made in iTaly*, Symbolia, Unioncamere e Fondazione Edison, 2013.

AA.VV., *The value of the cultural and creative industries to the European economy*, Frontier Economics, London, Giugno 2012.

Anderson C., *In the Next Industrial Revolution, Atoms Are the New Bits*, "Wired", gennaio 2010.

Anderson C., *The internet has created a new industrial revolution*, The Guardian, 18 Settembre 2012.

Anderson, C., *Makers. Il ritorno dei produttori*, Rizzoli Etas, 2013.

Beghelli C., *Da Etsy a Shoptiques, i portali che aggregano le microimprese e le lanciano nell'e-commerce globale*, Moda 24, Il Sole 24 ore, 4 Maggio 2012.

Benini R., *Saper Fare: Il modello artigiano e le radici dello stile italiano*, Donzelli Editore, Roma, 2010.

Brunetti G., *Artigiani, Visionari e Manager: dai mercati veneziani alla crisi finanziaria*, Bollati Bolringhieri, Torino, 2012.

Busacca B. e Bertoli G., *Customer value. Soddisfazione, fedeltà, valore*, EGEA, Milano, 2012.

- Caroli M., *Gestione delle imprese internazionali*, McGraw-Hill, Milano, 2012.
- Chua, C. K., Leong, K. F., Lim C. S., *Rapid Prototyping: Principles and Applications*, Singapore, World Scientific, 2010.
- Coggiola, P., *Rivoluzione fatta-in-casa*, Pambianco Magazine, N. 12, 16 settembre 2013.
- Confartigianato, Osservatorio Nazionale Distretti Italiani, Rapporto IV, 2013.
- Dezeen, *Print Shift. How 3D printing is changing everything*, London, 2013.
- Florida R., *The rise of creative class*, Basic Books, New York, 2002.
- Gatti, A., Iuliano, L., *Prototipazione Rapida. La tecnologia per la Competizione Globale*, Milano, Tecniche Nuove, 1998.
- Gauntlett, D., *La società dei makers. La creatività dal fai da te al web 2.0*, Venezia, Marsilio Editori, 2013.
- Gershenfeld, N., *How to Make Almost Anything. The Digital Fabrication Revolution.*, *Foreign Affairs*, November/December 2012, Volume 91, Number 6.
- Granelli, A., *Artigiani del digitale. Come creare valore con le nuove tecnologie.*, Roma, Luca Sossella Editore, 2010.
- Grynol, B., *Disruptive Manufacturing. The effects of 3D Printing*, Deloitte.
- Hopkinson, N., Hague, R., Dickens, P., *Rapid Manufacturing: An Industrial Revolution for the Digital Age*, Chichester, Wiley, 2006.
- IBM Eurocoordination, Product Lifecycle Management, *Digital Manufacturing: Extending the value of PLM*, IBM Corporation, 2007.
- IC Professional Training Series, *Computer Numerical Control (CNC)*, Industrial Centre, The Hong Kong Polytechnic University, 2009.
- Kim, W. C., Mauborgne, R., *Strategia Oceano Blu. Vincere senza competere*, Milano,

Etas, 2005.

Lanzone G. e Morace F., *Verità e bellezza. Una scommessa per il futuro dell'Italia*, Nomos Edizioni, Busto Arsizio 2010.

Luna, R., *Cambiamo tutto! La rivoluzione degli innovatori*, Laterza, 2013.

Magistà, A., *L'artigiano Pialla e Web*, La Repubblica, 7 novembre 2013.

McKinsey Global Institut, *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*, Maggio 2013.

Micelli, S., *Futuro artigiano. L'innovazione nelle mani degli italiani*, Venezia, Marsilio Editori, 2011.

Morace F., *I paradigmi del futuro. Lo scenario dei trend*, Nomos Edizioni, Busto Arsizio 2011.

National Academy of Engineering, *Frontiers of Engineering 2011: Reports on Leading-Edge Engineering from the 2011 Symposium*, , Washington DC, National Academy Press, 2012.

Santagata W., *Libro bianco sulla creatività*, Università Bocconi, Milano, 2009.

Sennet, R., *L'uomo Artigiano*, Milano, Feltrinelli, 2008.

Shilling M. A. e Izzo F., *Gestione dell'innovazione*, McGraw-Hill, Milano, 2013.

Von Hippel E., Ogawa S., De Jong J.P.J., *The Age of the Consumer-Innovator*, MIT Sloan Management Review, Boston, 21 Settembre 2011.

Wohlers Associates, *Wohlers Report 2013. Additive Manufacturing and 3D Printing State of the Industry Annual Worldwide Progress Report*, Colorado, 2013.

Yair K., *How makers and craft organisations are using social media effectively*, Crafts Council Research Associate, Ottobre 2012.



## Sitografia

<http://blog.wired.it/cablogrammi/2013/09/20/makers-per-una-volta-in-italia-siamo-allavanguardia.html>

<http://blog.wired.it/disruptiveinnovations/2013/07/18/cose-una-disruptive-innovation.html>

<http://dwslab.com>

<http://dwssystems.com>

[http://gadget.wired.it/news/mondo\\_computer/2012/05/21/officina-maker-kents-strapper-firenze-65487.html#](http://gadget.wired.it/news/mondo_computer/2012/05/21/officina-maker-kents-strapper-firenze-65487.html#)

<http://hackaday.com/2013/09/11/3d-printing-key-patents/>, *3D Printing: Key Patents*

<http://news.thomasnet.com/IMT/2013/09/04/selective-laser-sintering-patent-expiration-will-not-be-a-game-changer/>, *Selective Laser Sintering Patent Expiration Will Not Be a Game Changer*

<http://on3dprinting.com>

<http://qz.com/106483/3d-printing-will-explode-in-2014-thanks-to-the-expiration-of-key-patents/>, *3D Printing Will Explode in 2014 Thanks to the Expiration of Key Patents*

<http://ricerca.repubblica.it/repubblica/archivio/repubblica/2013/11/07/lartigiano-pialla-web.html>

<http://www.3dsystems.com>

<http://www.avioaero.com>

[http://www.avioaero.com/it/media\\_center/press\\_releases/2013/pres/avio\\_aero\\_nasce\\_in\\_piemonte\\_la\\_stampa\\_3d\\_per\\_lindustria\\_aeronautica\\_del\\_futuro/](http://www.avioaero.com/it/media_center/press_releases/2013/pres/avio_aero_nasce_in_piemonte_la_stampa_3d_per_lindustria_aeronautica_del_futuro/)

<http://www.casa24.ilsole24ore.com/art/arredamento-casa/2013-07-23/futuro-design-artigianato-182508.php?uuid=AbDDspGI>

[http://www.corriere.it/notizie-ultima-ora/Economia/UBP-economia-mondiale-verso-nuova-rivoluzione-industriale-PAROLA-MERCATO/03-01-2014/1-A\\_010026499.shtml](http://www.corriere.it/notizie-ultima-ora/Economia/UBP-economia-mondiale-verso-nuova-rivoluzione-industriale-PAROLA-MERCATO/03-01-2014/1-A_010026499.shtml) Perrig, J-S., *UBP: economia mondiale verso nuova rivoluzione industriale - PAROLA AL MERCATO.*

<http://www.econolyst.co.uk>

<http://www.economist.com/news/business/21592656-etsy-starting-show-how-maker-movement-can-make-money-art-and-craft-business>, *The art and craft of business*

<http://www.economist.com/node/21552901>, *A Third Industrial Revolution*

<http://www.economist.com/node/21553017>, *The Third Industrial Revolution*

<http://www.eos.info>

<http://www.fablabmaastricht.nl>, *The basics for Laser-Cutting*

<http://www.firstdraft.it/2013/10/07/perche-artigiani-e-maker-fanno-fatica-a-parlarsi-e-che-fare-a-riguardo/>

<http://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2013-02-15/obama-punta-industria-hitech-063853.shtml?uuid=AbhacUH>

<http://www.kentstrapper.com>

<http://www.linkiesta.it/artigianato-3d-printing-stampanti>

<http://www.linkiesta.it/ascesa-macchine-tecnologia#ixzz246g6hyBL>

<http://www.makerbot.com>

[http://www.newyorker.com/arts/critics/atlarge/2014/01/13/140113crat\\_atlarge\\_morozov?currentPage=5](http://www.newyorker.com/arts/critics/atlarge/2014/01/13/140113crat_atlarge_morozov?currentPage=5), Morozov, E., *Making It*

<http://www.stratasys.com>

<http://www.thomasnet.com/articles/custom-manufacturing-fabricating/laser-cutting-machines>

<http://www.vectorealism.com>

[http://www.wired.it/economia/start-up/2014/01/30/stampiamo-tutto-3d-anche-denti/?utm\\_source=facebook.com&utm\\_medium=marketing&utm\\_campaign=wired](http://www.wired.it/economia/start-up/2014/01/30/stampiamo-tutto-3d-anche-denti/?utm_source=facebook.com&utm_medium=marketing&utm_campaign=wired)

<http://3dprintingindustry.com/2014/02/03/alessandro-zambelli-exnovo-explore-ups-downs-3d-printing-designers/>

<http://designlarge-d.blogautore.repubblica.it/2014/01/30/lanima-leggera-di-una-lampada/>

<http://www.exnovo-italia.com>

<http://www.dezeen.com/2012/06/26/technology-and-design-the-digital-industrial-revolution/>

<http://design-apart.com/>

## **Altre Fonti**

Conferenza *Elite Business Conference*, nell'ambito della manifestazione 3D Printshow, tenutasi a Londra a Novembre 2013.

Esperienza diretta in azienda, presso HSL srl, occupandomi del marchio .exnovo.

Comunicati e documenti corporate.

## **Ringraziamenti**

I miei ringraziamenti vanno prima di tutto al Professore Stefano Micelli, che oltre ad avermi supportata in questo percorso, mi ha trasmesso la passione per l'argomento e mi ha consentito di approfondirlo.

Un grazie va a Ignazio Pomini e Fabio Ciciani, e a tutto il gruppo di HSL e .exnovo, per avermi dato la possibilità di vivere la realtà aziendale oggetto di studio e per la loro disponibilità.

Grazie a Giovanni, la persona che mi supporta e mi sta accanto da anni e che rappresenta per me un punto di riferimento, e alla sua famiglia.

Grazie a Stefania, la mia coinquilina, collega e prima di tutto amica, che da nove mesi fa parte della mia vita, mi supporta e soprattutto sopporta ogni giorno.

Ci tengo a ringraziare inoltre i miei compagni di università Valentina, Elisa, Tommaso, Andrea, Matteo, Nicola, Andrea, Luca; le numerose esperienze condivise con loro li hanno resi prima di tutto compagni di vita.

Grazie ai miei amici, ai miei nonni, e a tutti quelli che hanno creduto in me.

Infine, il grazie più grande va ai miei genitori e a mio fratello, senza i quali tutto questo non sarebbe stato possibile.