

Il Personal Manufacturing: Innovazione Tecnologica di processo e di prodotto

Introduzione.....	3
Capitolo I.....	4
1.1. Dai prodotti standard ai prodotti customizzati	4
1.2. La Customizzazione di massa nei mercati B2B	16
1.3. Individualizzazione della domanda.....	21
Capitolo II	37
Modelli di management aziendale per l'innovazione di prodotto e processo...	37
2.1. Innovazione di Processo e di Prodotto	37
2.2. L'innovazione del prodotto.....	40
2.3. PMI e gestione dell'innovazione.....	50
2.4. Modularizzazione e modularità: concetti	55
2.4.1. Modularità del Prodotto.....	59
2.5. La produzione personalizzata	61
Capitolo III	67
Il boom delle stampa 3D	67
3.1. Stampa 3D e processi innovativi.....	67
3.1.1. Lo stato dell'arte in Italia.....	80
3.2. Manifattura Additiva: alcuni numeri.....	83
3.3. I Makers.....	87
Capitolo IV	94
4.1. Survey.....	94
Riferimenti bibliografici	102
Sitografia	115

Introduzione

La forte crescita del peso del terziario nell'assetto economico mondiale, il rapido sviluppo della cosiddetta "economia della conoscenza" in cui il vantaggio competitivo di imprese e nazioni dipende sempre più dalla capacità di generare e gestire *brainpower*, la maturità di clienti che esprimono una domanda di elevata qualità e personalizzazione dei servizi, il progresso tecnologico che si sviluppa con velocità esponenziale sono solo alcuni tra i più rilevanti fenomeni che pongono le imprese di fronte a nuove sfide riguardanti le modalità di gestione dell'innovazione in termini di prodotto e di processi.

Il modello tradizionale di management aziendale (che segue la direzione interno-esterno) non risulta più adeguato a rispondere in maniera efficace alle esigenze del mercato; si assiste, oggi, ad un ribaltamento della *valuechain*, dove il cliente diventa il fondamento su cui si poggia un'impresa e la sua ragione di esistenza, in quanto diventa esso stesso il coprogettista.

In questi ultimi anni, le aziende hanno investito e continueranno a investire molto nell'innovazione di prodotto e di processo in tutti i settori, in quanto è ad oggi un aspetto fondamentale per la sopravvivenza delle aziende stesse.

La ricerca presentata intende approfondire il tema dell'innovazione di prodotto e di processo delle aziende articolandosi in tre sezioni:

- 1) La prima parte riguarda l'evoluzione del consumatore nelle sue scelte e come le aziende hanno risposto negli anni a questo cambiamento
- 2) La seconda delinea appunto le strategie aziendali seguite dalle imprese per adattarsi ai cambiamenti dei mercati e del consumatore non solo per mantenere continuità aziendale ma per sfruttare, in alcuni casi, questo momento per acquisire vantaggio competitivo
- 3) In ultimo, è stata analizzato il processo della manifattura additiva (additive manufacturing) ad oggi comunemente chiamata "stampa 3D", considerata la terza rivoluzione industriale proprio per l'importanza che ricopre e che ricoprirà nel futuro in quanto cambia la prospettiva di produzione adottata fino ad oggi.

Poiché i service di additive manufacturing stanno nascendo in questi ultimi anni in Italia, le informazioni e i dati presenti sul mercato sono molto limitati. La ricerca si completa di una survey, sottoposta tramite un ricco database di aziende variegata per dimensione e settore di business.

Capitolo I

1.1. Dai prodotti standard ai prodotti customizzati

Cambia il consumo e di conseguenza cambia anche il consumatore. Codeluppi (2002)¹ afferma che il cambiamento del consumo trova le sue origini nelle profonde trasformazioni avvenute nelle società industriali dalla seconda metà degli anni '70, con riferimento ai livelli di competenza specifica aumentati rapidamente e all'evoluzione sociale e culturale dovute ai cambiamenti tecnologici e storici.

Si è passati, come ricordano Podestà e Addis (2003)², da un sistema di pensiero identificato con il termine “modernismo”³ ad un nuovo sistema di pensiero che pervade i diversi ambiti dello scibile umano: il postmodernismo.

Secondo Codeluppi (2010)⁴ nonostante i numerosi studi effettuati in ambito sociologico riguardanti l'influenza del consumo sull'evoluzione della società e della relativa frammentazione in classi sociali, il tema non è stato ancora affrontato in maniera del tutto esaustiva. La crescita di interesse nei confronti di questo tema “ha sinora scarsamente considerato la capacità del consumo di collocare socialmente gli individui e probabilmente l'ultimo importante tentativo in questa direzione è quello che è stato effettuato da Pierre Bourdieu⁵” (Codeluppi, 2010, 40).

Paradossalmente, gli individui della società postmoderna vivono contemporaneamente due dinamiche opposte: da un lato l'individuo sente il bisogno sempre più impellente di darsi una specifica identità personale perché vengono meno i parametri di riferimento collettivi che caratterizzavano l'epoca precedente (quelle definite “scelte di consumo caratterizzanti le classi o gli

¹Codeluppi V., 2002, *Consumo e comunicazione: merci, messaggi e pubblicità nelle società contemporanee*, Franco Angeli, Milano.

² Podestà S., Addis M., 2003, “Il postmodernismo: alla ricerca dell'introvabile”, *Finanza marketing e produzione*, Vol. 21, Fas. 1, pp. 5 –41.

³ L'inizio del periodo comunemente denominato “modernità” ha inizio con il Rinascimento.

Attraverso la liberazione dall'ignoranza e dall'irrazionalità, tipiche dei valori tradizionali (famiglia, stirpe, religione), l'uomo moderno lotta per realizzare l'ideale dell'Illuminismo come centralità dell'individuo razionale e libero da ogni costrizione sociale.

⁴Codeluppi V., 2010, *Tra produzione e consumo. Processi di cambiamento della società italiana*, Franco Angeli, Milano.

⁵Codeluppi fa qui riferimento al volume “La distinzione” di Pierre Bourdieu (1983)

ampi gruppi a cui apparteneva l'individuo"); dall'altra parte si verificano, soprattutto nelle culture occidentali, fenomeni che attenuano le differenze tra gli individui in termini di classe sociale: processi di democratizzazione, aumento delle differenziazioni orizzontali contro le differenziazioni verticali, decrescente importanza della classe come elemento di distinzione, comportamenti di consumo sempre più personalizzati che causano l'estinzione dei raggruppamenti per determinati fattori/criteri economico-sociali.

Gli autori affermano che l'elemento di differenziazione del postmodernismo rispetto al modernismo è insito nella volontà di mettere in dubbio ogni certezza del modernismo. Tutto ciò ha avuto come conseguenza un processo di differenziazione interna forte, sfociata in una frammentazione in continua evoluzione dei mercati e delle società.

Il termine "postmodernismo" ha origini in ambiti di studio diversi quali arte, architettura, sociologia, filosofia, antropologia e di conseguenza assume connotazioni diverse. Il *trait d'union* delle diverse accezioni del termine risiede nello stato mentale che indica, ossia una modalità leggera, ironica e distaccata di affrontare le questioni che prima si sarebbero definite importanti e fondamentali. Da un punto di vista sociologico, si definisce "postmodernità" la progressiva razionalizzazione del mondo sociale e delle azioni umane, l'economizzazione di ogni atto e prassi dell'uomo.

"La postmodernità è una condizione sociale, politica, economica e tecnologica distinta dalla modernità". In chiave economica, il fenomeno della postmodernità riguarda la globalizzazione e le sue dirette conseguenze: lo sviluppo del commercio tra i vari Paesi e il flusso finanziario che circola da una parte all'altra del mondo in cerca di profitti; l'economia dell'informazione che si esplica nei processi di produzione informatizzati. Si assiste infine al declino della produzione di massa a vantaggio della produzione di e per ciascuno e all'aumento di ogni elemento intangibile e valoriale, tra cui spicca il valore dei Brand⁶.

Una ulteriore definizione può essere individuata in termini di politica e di sistemi socio-economici che si sviluppano in quello che il pensatore marxista Ernest Mandel ha chiamato la 'terza fase' di espansione capitalistica (Mandel). Nel periodo successivo alla seconda guerra mondiale, le prime due fasi del capitalismo, 'capitalismo di mercato' e 'monopolio (o imperialista) del capitalismo', sono stati sostituiti da 'postindustriale' o capitalismo 'in ritardo'. In effetti il tardo capitalismo vede la logica di accumulazione del capitalismo estendersi in ogni possibile ambito della società e in ogni angolo del globo, eliminando eventuali parti rimanenti di 'pre-capitalismo'. Ciò significa che le aree della società che in precedenza erano influenzate dalla logica del mercato,

⁶ Ferraresi M., 2005, *La società dei consumi. Lessico della Postmodernità*, Carocci Editore, Roma.

come i media, le arti, o l'istruzione sono stati assoggettati alle leggi del capitalismo (ovvero che richiedono crescita, profitti e modelli di business) e l'anticipo di ciò che oggi chiamiamo 'globalizzazione' di consumismo. Il risultato di ciò è un eclettismo culturale, come riassunto in una frase molto citata dal filosofo Jean-Francois Lyotard: 'oggi ognuno ascolta musica reggae, guarda un western, mangia cibo McDonald per pranzo e cibo della cucina locale per cena, indossa un profumo parigino di Tokyo e vestiti "retro" a Hong Kong' (Lyotard, 1984, 76)⁷.

Il fattore chiave dietro questa espansione, come ha sostenuto Larry McCaffrey⁸, è l'ascesa della tecnologia. Poiché la concorrenza tra le organizzazioni multinazionali è così intensa, ne consegue che la risorsa più importante di tutti (oltre materiali reali o prodotti) sono informazioni che possono essere utilizzate per scopi di marketing, di ricerca e di produzione. Mezzi sempre più sofisticati di raccolta e analisi delle informazioni, suggerisce McCaffrey, hanno fatto sì che la società postmoderna diventasse sempre più 'high-tech', satura di prodotti quali forniture mediche, armi e tecnologie di sorveglianza (che protegge gli interessi delle multinazionali) e beni di consumo come telefoni cellulari, computer, televisori al plasma, macchine high-spec, ecc..

McCaffrey sostiene che anche più significativa rispetto a questi prodotti high-tech sia la rapida proliferazione di "prodotti" tecnologicamente prodotti in massa che sono essenzialmente riproduzioni o astrazioni-immagini, la pubblicità, informazioni, ricordi, stili, esperienze simulate "(McCaffrey, 1991b, 4) e che fanno affidamento su altri prodotti tecnologicamente ingegnerizzati come computer, televisioni, musica digitale, ecc per il confezionamento e la loro trasmissione ai consumatori. Questi sono molto più economici da produrre e consumare rispetto ai prodotti più tangibili, e sono la specialità della pubblicità, l'informazione, e le industrie di media/cultura. La conseguenza di vivere in un mondo saturo da una cultura postindustriale, guidata dalle informazioni, media/cultura, secondo i teorici della postmodernità, è che ogni individuo sia stato emarginato da quegli aspetti della vita che si potrebbero considerare autentici o reali. Mentre le vite lavorative sono ancora 'reali' (le persone vanno a lavorare e pagare le bollette) essi non sono reali come, ad esempio, l'agricoltura o la costruzione di una nave. Invece si passa la maggior parte del tempo presso gli sportelli di fronte a uno schermo del computer per elaborare 'informazioni' di un tipo o di un altro, impegnandosi con rappresentazioni simboliche, piuttosto che reali o con oggetti tangibili. Gran parte del tempo libero viene speso impegnandosi in esperienze simulate o

⁷Lyotard J.F., 1984, *The Postmodern Condition: a Report of Knowledge*, Manchester University Press 1984

⁸ McCaffrey L., 1991, *Storming the Reality Studio: A Casebook of Cyberpunk and Postmodern Science Fiction*, Duke University Press, Mississippi

consumare maggiori informazioni. L'esistenza è diventata più 'Virtuale' che reale.

Si vuole in questa sede approfondire le principali differenze di tre epoche consecutive: Premoderno, moderno e postmoderno.

L'epoca pre-moderna è stata quella in cui la religione era la fonte della verità e della realtà. Durante questo periodo, l'esistenza e la rivelazione di Dio erano dati di fatto nella cultura. In epoca moderna, la scienza è diventata la fonte della verità e la realtà. Durante questo periodo, la religione e la morale sono state arbitrariamente riferite alla sfera soggettivo. Nel presente, nell'era postmoderna, non esiste una singola definizione di fonte per la verità e la realtà al di là dell'individuo.

Il postmodernismo⁹ ha semplicemente radicalizzato il relativismo e individualismo ed è stato poi applicato anche ad entrambe le sfere della scienza e della conoscenza. In un mondo postmoderno, la verità e la realtà sono individualmente formata dalla storia personale, classe sociale, sesso, cultura e religione. Questi fattori, secondo il pensiero postmoderno, si combinano culturalmente per formare le narrazioni e significati della nostra vita, costruzioni sociali localizzate senza alcuna applicazione universale.

Essa appare dunque una visione del mondo che si rifiuta di consentire a qualsiasi singola fonte di definizione per la verità e la realtà. La nuova enfasi è sulla differenza, la pluralità e le forme selettive di tolleranza. Il pensiero postmoderno è pieno di assurdità e incongruenze. È, per esempio, la visione del mondo che afferma che non esiste una visione del mondo. Si tratta di un anti-teoria che utilizza strumenti teorici per neutralizzare tutte le teorie. Essa esige un'uniformità imposta nel tentativo di resistere l'uniformità stessa. Impiega istruzioni proposizionali per negare la verità sulla base delle dichiarazioni proposizionali.

La preoccupazione postmoderna per la pluralità, la diversità e la tolleranza non ha portato a rendere più stabile e a proteggere la società. Al contrario, l'era postmoderna ha scambiato uno stato d'animo fuorviante per un altro.

Il passaggio dall'ottimismo umano della modernità (sulla certezza della base scientifica e del progresso tecnologico), a uno stato d'animo pessimista di scetticismo e incertezza ha alimentato tale fenomeno. Un osservatore ha notato che "La modernità era fiduciosa; la postmodernità è ansioso. La modernità sapeva tutte le risposte; la postmodernità è piena di domande. La modernità si

⁹Vejlgaard H., 2008, *Trend. Capire oggi quello che farà tendenza domani*, Etas, Milano

crogiolava nella ragione, della scienza e umano capacità; postmodernità sguazza (con soddisfazione apparente o di angoscia nichilistica) nel misticismo, il relativismo, e l'incapacità di sapere nulla con certezza".

Non si può descrivere il consumatore senza considerare il contesto in cui vive. Il consumatore è un soggetto in costante evoluzione; con il passare del tempo i modelli di consumo sono diventati sempre più complessi parallelamente all'evoluzione delle società e del sistema delle aspettative e dei bisogni individuali. Ne deriva che si è passati da un fenomeno denominato massificazione ad una vera e propria frammentazione della società.

Dagli anni 90' in poi si è passati ad un'epoca nuova caratterizzata da una propria specificità e diversità rispetto a quella precedente: il postmoderno. Postmoderno indica, come già discusso, la rottura, la discontinuità con il moderno, ovvero un diverso modo di rapportarsi con quest'ultimo. Ormai l'era della modernità si è avviata al tramonto lasciando il passo all'epoca della postmodernità. In questa nuova era, il consumatore assume un'inedita centralità e crucialità: diventa protagonista, lo Status symbol è dato dal prestigio dell'attualità culturale.

Prima di identificare le peculiarità del contesto postmoderno, occorre tornare al passato, individuare le differenze e i punti di discontinuità con l'epoca precedente dell'età moderna, identificando lo status symbol¹⁰ alla base delle scelte di consumo.

La società si presentava divisa per classi sociali. La classe sociale come predittore dei consumi: l'appartenenza ad una classe sociale determinava gli stili di consumo. Il consumo seguiva la logica del bisogno e, di conseguenza, la soddisfazione del bisogno e l'appartenenza ad uno stato sociale si identificavano come una condizione di prestigio.

L'ascesa sociale ha caratterizzato a lungo le società. I simboli di status hanno rappresentato la prima occasione di teorizzazione e di testimonianza dell'esistenza nei prodotti che acquistiamo di significati che trascendono il valore d'uso (Fabris, 2003)¹¹.

Gli status symbol erano disposti gerarchicamente seguendo lo schema proprio delle classi sociali; ogni classe sociale aveva i suoi modelli di consumo, quindi

¹⁰ Lo status symbol è inteso come il punto di fondamentale importanza della modernità, visto come una condizione di prestigio

¹¹Fabris G., 2003, *Il nuovo consumatore: verso il postmoderno*, FrancoAngeli, Milano

esistevano modelli di consumo degli operai, famiglie, contadini, ecc). La società di massa e i consumi di massa hanno generato continue stratificazioni/differenziazioni al loro interno: un mosaico di tessere sociali e segmenti di consumatori diversi tra loro. Quindi se l'appartenenza alla classe sociale determinava gli stili di consumo, in una società fortemente stratificata (solitamente rappresentata da una piramide) esistono beni o servizi che hanno caratterizzato diversi strati o classi sociali. Si tratta di prodotti che aldilà del bisogno specifico hanno anche la funzione di appartenenza ad uno stato sociale. Ciascuno di essi ha i propri modelli di consumo che oltre a segnalare un diverso stato sociale, divengono punti di riferimento ed oggetto di desiderio per la classe sottostante (età moderna). I modelli di consumo della classe sociale disposta al livello gerarchico più elevato (al vertice, la classe agiata) diventavano quindi punto di riferimento e oggetto di desiderio delle classi sottostanti. Il modello reggeva sul fatto che i consumatori erano alla ricerca di beni che dessero prestigio sociale; gli appartenenti alla classe sottostante tendevano ad adottare modelli emulativi/imitativi e quindi, orientati ad impossessarsi di alcuni beni della classe sovrastante per un processo di socializzazione anticipatoria una sorta cioè di viatico di ascesa e promozione sociale; fondamentalmente i consumatori miravano alla promozione sociale.

Una volta che alcune scelte di consumo, per un processo di imitazione, degradano (*trickling down*) ai livelli inferiori, tenderanno a essere abbandonati perché non più qualificanti per la classe sociale che le aveva originariamente adottate. La piramide era così strutturata: al vertice si trovava la classe agiata, che svolgeva la funzione di reale innovatrice nei consumi; le classi sottostanti erano invece accusate di imitare i loro modelli, che non risultano più esclusivi.

Nel Postmoderno la situazione cambia, la stratificazione sociale è profondamente cambiata, e ridefinita, si è avuto l'avvicendamento di nuovi raggruppamenti sociali basati sugli stili di vita che non si dispongono più gerarchicamente ma coesistono uno affianco agli altri, cosicché il prestigio è diventato una categoria ambigua e in maniera crescente irrilevante. Gli stili di vita sono apparsi come la naturale evoluzione della classe sociale¹².

¹² Siri G., 2004. *Psicologia del consumatore*, McGraw Hill, Milano, 2012, pagina 300.



Immagine: la scala dei bisogni di Maslow¹³

Il consumo segue la logica del desiderio e non del bisogno, dell'impulso e non della necessità e, quindi, come significativo predittore delle scelte di consumo. I bisogni sono oramai pienamente saturi ed i desideri si ravvisano alla base di gran parte delle scelte di consumo. L'ambizione non è più sopravvivere ma vivere meglio e contornarsi di prodotti che migliorano la qualità della vita. La situazione che si è andata evolvendo, anche tramite le scelte di consumo, è comunicare chi si è realmente (e quindi la propria identità), non essere diversi/superiori agli altri (come era precedentemente con la suddivisione in classi sociali).

Appare chiaro che la società attuale sia ancor più frammentata rispetto al passato; non è più possibile segmentarla secondo criteri di carattere demografico dal momento che esistono delle variabili psicografiche che contraddistinguono i singoli Cluster. Gli oggetti e le marche giocano un ruolo da protagonisti in questo senso, diventando essi stessi elementi che contraddistinguono gli individui in termini di attualità socio-culturale.¹⁴

È difficile oggi delineare il consumatore entro caratteristiche statiche e fisse; i suoi comportamenti sono difficilmente tracciabili e prevedibili.

La grande quantità di informazioni a loro disposizione permette loro di creare in via del tutto autonoma un modello di consumo unico per ogni individuo. Il

¹³ Vedi SAITA M., SARACINO P., *Economia aziendale*, Giuffrè editore

¹⁴ Codeluppi V., 2010, *Dalla Produzione al consumo. Processi di cambiamento delle società contemporanee*. Franco Angeli, Milano

consumatore è attento, smaliziato, raccoglie il maggior numero di informazioni provenienti dalle sue esperienze e dal mondo esterno e le rielabora secondo le sue necessità. Questo ruolo da protagonista rende il consumatore più partecipativo nelle dinamiche di acquisto e consumo. Si delinea in questo modo un nuovo modello socio-economico di consumo, definito “*Goodvalue for money*”, ossia la capacità del consumatore di conoscere il giusto modo di spendere le proprie risorse. Questo modello ha un impatto innanzitutto sull’autostima¹⁵ del consumatore, che aumenta grazie alle fasi di analisi e decisione sui processi di acquisto.

Diventa molto difficile per le aziende gestire una situazione così frammentata e dinamica. Esse devono affrontare consumatori molto esigenti, le cui decisioni di acquisto dipendono da svariati fattori. La *brand loyalty* assume nuove declinazioni e perde della sua unicità.

Si può affermare che il consumatore postmoderno non è fedele, piuttosto egli si lascia guidare dalle emozioni nelle scelte di acquisto e dall’impulso di testare nuovi prodotti. Ne consegue che la fedeltà alla marca non viene considerata; il consumatore sceglie in base a considerazioni di convenienza economica.

Il mercato non può rimanere inerte davanti ad un cambiamento così radicale delle preferenze e dei comportamenti del consumatore. In generale si riscontra un’inadeguatezza dell’offerta di fronte alle caratteristiche citate del consumatore postmoderno. Le aziende dovrebbero quindi rivedere le loro strategie, considerando gli elementi salienti che delineano la situazione attuale.

Innanzitutto, il consumatore postmoderno ha un forte senso di immediatezza. Inoltre, si aspetta che il fornitore di prodotti e servizi faccia molto di più di quello che viene trasmesso dal messaggio lineare, ricevuto dal fornitore di servizi. Ad esempio, se la richiesta è di modificare tutti i dati personali, l’aspettativa è che il prestatore di servizi riesca a farlo entro i tempi attesi dal consumatore (che rischia di essere più esigente), e non in conformità con le procedure aziendali e tempi aziendali tradizionali. Come risultato dell’ambiente ricco di informazioni in cui sono cresciuti, i nuovi consumatori avranno un’eccezionale richiesta di fatti, e se qualcosa non potrà essere fatta immediatamente, avranno bisogno di conoscere le motivazioni. Se infatti dovessero pensare che l’azienda non conferisce priorità alle loro esigenze, essa perderà immediatamente credibilità e valore.

¹⁵ Si ricorda che l’autostima nella piramide di Maslow è quasi al vertice, subito sotto l’autorealizzazione. Maslow Abraham, *Motivazione e personalità*, Armando Editore, 1992, sesta edizione.

Il carattere e del consumatore postmoderno e le relative di aspettative sul servizio offerto dall'impresa possono pertanto essere riassunti come segue.

Il consumatore postmoderno crea e costruisce la sua identità attraverso i prodotti e servizi che consuma - più in dettaglio, attraverso il valore intangibile del prodotto o del servizio. Tutti i prodotti o servizi sono quindi valutati in base al valore simbolico o culturale che conferiscono all'individuo, con una conseguente diminuzione di importanza del valore funzionale del prodotto/servizio stesso.

Il consumatore postmoderno è caratterizzato inoltre da un forte individualismo nelle proprie preferenze per il consumo di prodotti e servizi.

Come anticipato, un tratto distintivo del consumatore postmoderno che le aziende non devono assolutamente trascurare è la sua infedeltà. Egli è fedele a qualsiasi prodotto o servizio, non cede alle pressioni esercitate dalla marca per creare fedeltà; al contrario, egli si sente libero di muoversi secondo le sue scelte ragionate o i suoi desideri improvvisi. È un individuo che chiede di gratificazione immediata (bisogno soddisfazione) e rendering servizio conseguenza immediata e la risposta da parte del fornitore di servizi.

Altra caratteristica del consumatore postmoderno è la sua praticità. Se il fornitore del servizio non dovesse essere in grado di fornire un servizio essenziale, esso perderà la propria credibilità e il consumatore cercherà un fornitore in grado di soddisfare l'esigenza.

Non si tratta più di soddisfare un bisogno ma un sistema di bisogni funzionali ed emozionali. Il consumatore infatti ha molte più aspettative dal prodotto o servizio rispetto alle funzionalità commercializzate. Scegliere un prodotto in base alla sua funzionalità sarebbe oggi riduttivo, dal momento che essa dipende da molti stili di vita che sono spesso accompagnati da sistemi di valori altamente incompatibili.

La sfida per le aziende consiste dunque nel gestire un comportamento del consumatore che può essere detto imprevedibile. Il consumatore postmoderno vive in un mondo pieno di "dubbi, ambiguità e incertezze" (Thomas, 1997)¹⁶, ed è in questo contesto che le organizzazioni hanno bisogno di comprendere e soddisfare le esigenze e i desideri dei consumatori, se vogliono sopravvivere nel mercato postmoderno.

¹⁶Thomas, M.J., 1997, *Consumer market research: Does it have validity? Some postmodern thoughts*. Marketing Intelligence & Planning, Vol. 15 (2), pp. 54-59.

Il consumo assume, oggi, un ruolo chiave nell'affermazione dell'identità individuale in un contesto di crisi del sistema sociale. Per tale ragione, a seguito di tali cambiamenti sociali verificatisi negli ultimi decenni, il consumatore diventa sempre più sofisticato e smaliziato, più difficile da gestire con gli strumenti di marketing tradizionali (Ambrosio, 2007).

Per fornire maggiori dettagli sugli studi sociologici in tema di consumo, appare utile in questa sede fare riferimento ai quattro diversi approcci al consumo elaborati Ostergaard e Jantzen (2000). Secondo questi autori a partire dagli anni '40 si sono succeduti quattro diversi approcci nell'analisi dei fenomeni di consumo. I primi tre approcci (buyer behaviour, consumer behaviour, consumer research) al di là delle specifiche differenze, avevano in comune il fatto di essere focalizzati sull'analisi del comportamento dell'individuo singolo. Con il quarto approccio (consumption studies), emerso a partire dai primi anni Ottanta, varia il soggetto dell'analisi, si studiano le relazioni tra i consumatori. Seguendo tale orientamento, il consumo è considerato "un atto sociale e un evento culturale, che implica tradizioni, rituali e simbolismo (cultura), socializzazione, gerarchie di status e ideologia (società), ma anche conformismo e devianza" (Ostergaard e Jantzen, 2000)¹⁷.

Il consumatore postmoderno è "l'espressione di un individuo flessibile che ama procedere in maniera non lineare nelle scelte di consumo" (Ambrosio, 2007, 50); è selettivo, esigente, informato e quindi competente in diverse materie, infedele alla marca poiché ricerca le esperienze legate ai prodotti più che i prodotti stessi.

Sulla stessa linea di pensiero, Fabris (2003)¹⁸ aveva precedentemente sostenuto che il consumo si stesse affacciando ad una nuova fase della storia, caratterizzata da un consumatore "eclettico, pragmatico, orientato nelle sue scelte dal *case by case approach* che genera modelli di consumo più simili ad un *patchwork* costantemente cangiante che alla trama lineare a cui eravamo abituati" (Fabris, 2003, 14).

L'*overflow* di informazioni indirizzate ai consumatori tendono ad essere ignorate. Ambrosio (2007) sostiene che per queste ragioni, il marketing di oggi non deve essere orientato ai prodotti ma ai clienti (quindi un orientamento alla relazione di qualità con i clienti stessi). Il consumatore è infatti alla ricerca di esperienze stimolanti e nuove, di certezze e garanzie, di servizi personalizzati.

¹⁷Ostergaard P., Jantzen C., 2000, *Shifting perspectives in consumer research: from buyer behavior to consumption studies*, in S. C. Beckmann, R. H. Elliot (a cura di), *Interpretive Consumer Research: Paradigms, Methodologies & Applications*, Copenhagen Business School Press, Copenhagen.

¹⁸ Fabris G., 2003, *Il nuovo consumatore: verso il postmoderno*, Franco Angeli, Milano.

“Il consumatore mette nel rapporto con i beni tutta la sua personalità e dunque anche le sue componenti affettive, edonistiche ed emozionali” (Codeluppi, 2010); per questo motivo oggi l’attenzione degli studiosi si pone su elementi prima trascurati ma successivamente presi in considerazione in quanto utili per comprendere la natura dei comportamenti dei consumatori: il ruolo simbolico svolto dagli oggetti, l’attaccamento ai beni, il consumo compulsivo e quello d’impulso, le occasioni rituali di consumo, ecc..

Secondo Nelli e Bensi (2007)¹⁹, il consumatore postmoderno è orientato all’adozione di un approccio olistico al consumo, intrecciando in tale attività da un lato la dimensione tangibile dei prodotti (caratteristiche fisiche) e, dall’altro lato, le dimensioni emozionali intangibili. Adottando questo approccio, il consumatore afferma la sua identità.

Alla luce di questi mutamenti, gli studiosi di Marketing hanno dovuto necessariamente interrogarsi sul futuro postmoderno della disciplina.

Fabris (2003) propone un superamento dell’orientamento al marketing, mediante l’adozione di un approccio nuovo: l’orientamento al consumatore. L’orientamento al consumatore è, secondo le parole del Fabris, “l’unica risposta possibile a fronte di un consumatore che ha orma terminato il suo il suo periodo di apprendistato e che manifesta una crescente impazienza di vedersi riconosciuto un nuovo ruolo” (Fabris, 2003, 388).

Il marketing relazionale, quale nuovo paradigma, appare quindi idoneo a promuovere la necessaria evoluzione della disciplina, affinché si adatti meglio al contesto socio-culturale del postmodernismo (ancora in atto).

La democratizzazione dei consumi è un fenomeno che caratterizza la società postmoderna in termini consumistici. Può essere definito come la conseguenza dell’impatto dei consumi sulla vita sociale degli individui. In un momento storico-culturale in cui gli oggetti influenzano l’identità delle persone, alcune aziende di lusso hanno sfruttato il trend, lanciando linee di prodotto lowcost indirizzate ad una fascia di mercato con capacità di spesa ridotta rispetto a quella della loro abituale clientela.

Il forte individualismo alla base ha causato questi cambiamenti nella società e nei consumi. Il simbolismo degli oggetti come elemento caratterizzante dell’identità ha avuto un forte impatto.

Anche i paradossi che caratterizzano la società attuale, quali ad esempio la capacità di spesa degli individui contro l’ammontare dei loro consumi per delineare un preciso tenore di vita, hanno contribuito alla diffusione di questo trend.

¹⁹ Nelli R. P., Bensi P., 2007, *Il product placement nelle strategie di convergenza della marca nel settore dell'intrattenimento*, Vita & Pensiero, Milano.

I consumi quindi rispondono a nuove regole, per questo motivo si parla di un nuovo paradigma del valore attribuito al denaro e agli oggetti. Questo paradigma, seppur opinabile, rappresenta in modo più coerente la società postmoderna.

Esistono nuove esigenze e nuovi modi per soddisfarle; ad un cambiamento sociale deve corrispondere essenzialmente una risposta adeguata da parte delle aziende. Sostanzialmente da nuovi stili di vita derivano nuove esigenze che si traducono in nuova domanda.

Questo nuovo paradigma che caratterizza la scelta di consumo è guidato fondamentalmente dalla ricerca di gratificazione personale. Tutto ciò è caratterizzato da un forte individualismo che spinge gli individui all'autoaffermazione, ossia la dimostrazione della fedeltà alla propria identità, anche in termini di ceto sociale²⁰. Democratizzazione dei consumi ha una duplice valenza; per i consumatori significa poter soddisfare bisogni superflui che in contesti passati non potevano essere presi in considerazione, mentre per le aziende si traducono in nuove opportunità di business. Le marche consentono inoltre una "democratizzazione" dei consumi anche riducendo nel tempo il costo d'acquisto di molti prodotti. I prodotti di marca rendono più facile la vita degli individui, soprattutto per quella fascia che prima non poteva permettersi l'acquisto di determinati prodotti.

²⁰Su questo, cfr. Sassatelli, 2004, cit. soprattutto cap. 7.

1.2. La Customizzazione di massa nei mercati B2B

Prima dell'avvento della stampa 3D, la frontiera per la produzione industriale era quella della mass customization. Nel tempo si è assistito ad una progressiva segmentazione del mercato, fino ad arrivare alla società attuale in cui l'individuo non si vuole uniformare a produzioni seriali pensate per tutti, ma vuole difendere la propria autonomia e specificità, affermare la propria individualità. Si introduce, allora, la necessità del prodotto "su misura" e il concetto di "personalizzazione di massa", che consente di soddisfare le esigenze cercate dal consumatore, mantenendo costi standardizzati per l'impresa.

Ci sono varie strade possibili per realizzare questo obiettivo: nei settori industriali, la produzione modulare consente di generare l'output combinando un'ampia varietà di moduli standard in maniera personalizzata; oppure, con riferimento ai sistemi produttivi computerizzati (Cad, Cim, Fms), che ad esempio nel settore dell'abbigliamento consentono di impostare tessuto, modello, le misure prese dal sarto con la lavagnetta.

Il passaggio successivo ulteriore è quello di rendere il consumatore un coprogettista, il quale lavora insieme all'azienda per rendere i prodotti sempre più adatti alle esigenze del pubblico (es. Converse).

Il termine "personalizzazione di massa" appare a prima vista come un ossimoro che lega due concetti opposti, ossia la produzione di massa e la personalizzazione; questo contrasto è ormai un fenomeno caratterizzante la realtà di oggi (Selladurai 2004)²¹. Esso può essere definito come la produzione di "beni e servizi per soddisfare le esigenze individuali dei clienti vicino all'efficienza della produzione di massa" (Tseng e Jiao 2001, p. 685)²².

Il numero delle start-up in questo settore è cresciuto e continua a crescere esponenzialmente, offrendo prodotti personalizzati che vanno dai cereali al

²¹Selladurai, R. S., 2004, *Mass customization in operations management: oxymoron or reality?*, Omega, New York.

²² Tseng, M., J. Jiao, 2001, Mass Customization. in: G. Salvendy (Eds.): *Handbook of Industrial Engineering*. New York

cibo per animali, dai romanzi alle borse, ai profumi e ai gioielli, favoriti dalla pubblicità in maniera entusiasmante (Piller 2009)²³.

La conseguenza naturale è stata che le principali catene del settore retail hanno cercato subito di cavalcare l'onda della personalizzazione. In particolare, i produttori di alimenti e bevande hanno cercato in tutti i modi di frenare il forte declino della fedeltà al marchio ma anche di soddisfare il desiderio dei consumatori di acquistare oggetti personalizzati (Baertlein 2009)²⁴. Ad esempio, la filiale americana di Mars ha introdotto la sua linea di prodotti My M & M nel 2004, consentendo ai clienti di caricare immagini personali tramite apposita piattaforma web e quindi creare le loro caramelle personalizzate.

Nel 2010, Coca-Cola ha investito \$ 100 milioni in un impianto nella sua città natale, Atlanta, in Georgia, capace di realizzare diversi concentrati per i suoi distributori di soda Freestyle, che offrono più di 100 scelte di bevande da mescolare (McWilliams 2010)²⁵.

Questo trend verso l'individualizzazione sta crescendo in maniera sempre più importante, dove il principio del "just-for-me", che ne è alla base, guida il desiderio dei clienti verso prodotti e servizi che rispondono alle loro esigenze eterogenee e, al contempo, personali. Soprattutto la *Millennial Generation* (Howe e Strauss 2000)²⁶, con il suo enorme potere d'acquisto ha trasformato il ruolo dei clienti; essi chiedono oggi dei prodotti o servizi che consentano loro di vivere un'esperienza di consumo che gli permetta di co-creare, disegnare da soli o di ottenere il controllo su di essi (Prahalad e Ramaswamy 2004). Questo sviluppo è ulteriormente alimentato dalla recente crescita dei social media, come Facebook e Twitter, che favorisce le interazioni azienda-cliente e la collaborazione tra i clienti. Si può affermare senza esitazioni che, dopo diverse false partenze, la personalizzazione di massa è cresciuta oltre la nicchia (Gownder et al. 2011)²⁷. In passato considerata una nuova frontiera nella

²³Piller, F. T., 2009, Mass Customization Media Blitz in the German Press. Mass Customization & Open Innovation News. URL: <http://mass-customization.de/2009/10/mass-customization-media-blitz-in-the-german-press.html>. (November 26, 2010).

²⁴Baertlein, L., 2009, *Recession takes bite out of brand loyalty: study*. Reuters, Los Angeles.

²⁵McWilliams, J., 2010, *Rise of the machines: Coke bets on Freestyle growth*. *The Atlanta Journal-Constitution*. URL: <http://www.ajc.com/business/rise-of-the-machines-581358.html>. (January 15, 2011).

²⁶Howe N., Strauss W., 2000, *Millennials rising: The next great generation*. Vintage Books, New York.

²⁷Gownder, J. P., et al., 2011, *Mass Customization Is (Finally) The Future of Products*. Forrester Research Inc, Cambridge, MA.

competizione di business, la personalizzazione di massa si è oggi evoluta fino a diventare un imperativo per molte aziende (Pine 2009)²⁸.

Nonostante la diffusa convinzione che essa rappresenti una strategia di business redditizia, molte aziende hanno inasprito i loro tentativi di attuare la personalizzazione di massa redditizia (Salvador et al.2009)²⁹.

Capire ciò che costituisce una strategia di personalizzazione di massa emetterla efficacemente in pratica sono due questioni diverse (McCarthy 2004)³⁰. Il raggiungimento della personalizzazione di massa così come formulata a livello strategico richiederà più di semplici operazioni di "fine tuning" all'interno dell'azienda e delle relative catene di fornitura (Brown e Bessant2003)³¹. Per l'azienda si tratta di una vera e propria sfida che consiste nello sviluppare capacità strategiche multidimensionali contemporaneamente al processo evolutivo (van Hoek et al. 1999)³². Tali capacità strategiche si riferiscono sia alla capacità manageriale di un'organizzazione di utilizzare le risorse esistenti al fine di creare valore sia di acquisire vantaggio competitivo (Prahalad e Hamel 1990³³; Amit e Schoemaker 1993³⁴). Sviluppare e rafforzare queste capacità dovrebbe quindi essere al centro del processo strategico di ogni azienda (Hayes e Pisano 1996)³⁵. Tuttavia, la ricerca accademica fornisce ai manager poche indicazioni su quali capacità strategiche le imprese devono

²⁸Pine, B. J., 2009, "The Future of Mass Customization" in *5th World Conference on Mass Customization and Personalization (MCPC)*. Helsinki, Finland. October 4-8, 2009

²⁹ Salvador, F., Holan P. M. d.,Piller F., 2009, "Cracking the Code of Mass Customization." MIT Sloan Management Review

³⁰McCarthy I, 2004, "Special issue editorial: the what, why and how of mass customization." *Production Planning & Control* No. 15(4), pp. 347-351.

³¹ Brown, S. e J. Bessant, 2003, "The manufacturing strategy-capabilities links in mass customisation and agile manufacturing - an exploratory study." *International Journal of Operations & Production Management* No. 23(7/8), pp. 707-730.

³² van Hoek, R. I., E. Peelen e H. R. Commandeur (1999). "Achieving Mass Customization Through Postponement: A Study of International Changes." *Journal of Market-Focused Management* No. 3(3-4), pp. 353-368.

³³Prahalad, C. K. e G. Hamel, 1990, "The Core Competence of the Corporation." *Harvard Business Review* No. 68(3), 79-91.

³⁴Amit, R. e P. J. H. Schoemaker, 1993, "Strategic assets and organizational rent." *Strategic Management Journal*, No. 14(1), pp. 33-46.

³⁵ Hayes, R. H. e G. P. Pisano, 1996, "Manufacturing strategy: at the intersection of two paradigm shifts." *Production and Operations Management* No. 5(1), pp. 25-34.

sviluppare per orientarsi alla personalizzazione di massa (Salvador et al. 2008)³⁶.

Gran parte della ricerca americana³⁷ si concentra invece su fenomeni particolari che riguardano settori disciplinari specifici, come ad esempio la gestione delle operazioni (solo per citare un esempio, Duray et al. 2000)³⁸, la gestione dell'innovazione (ad esempio, Franke e von Hippel 2003)³⁹, la gestione strategica (ad esempio, Kotha 1995)⁴⁰, o di marketing (ad esempio Dellaert e Stremersch 2005)⁴¹. Fino a circa dieci anni fa, molte opere si sono affidate a descrizioni di casi e concetti di sviluppo; solo alcune delle proposizioni in ambito di personalizzazione di massa sono state testate empiricamente (Kaplan e Haenlein 2006)⁴².

Ciò ha portato alla continua percezione della personalizzazione di massa come un trend sfocato, tanto che i principali fautori hanno iniziato a sostenere che è poco più di una moda passeggera di un business insostenibile (Piller 2005)⁴³. Una notevole eccezione è il quadro globale di Salvador et al. (2009)⁴⁴ che sintetizza le funzionalità essenziali che una società di personalizzazione di massa dovrebbe sviluppare per trasformare le esigenze eterogenee dei clienti in opportunità per creare valore.

³⁶Salvador, F., et al., 2008, "Strategic Capabilities for Mass Customization: Theoretical Synthesis and Empirical Evidence." *Academy of Management Proceedings*, pp. 1-6.

³⁷ Si prende come riferimento la letteratura americana in qualità di benchmark del processo preso in esame

³⁸Duray, R., et al., 2000, "Approaches to mass customization: configurations and empirical validation." *Journal of Operations Management* No. 18, pp. 605-625.

³⁹Franke, N. e E. von Hippel (2003). "Satisfying heterogeneous user needs via innovation toolkits: the case of apache security software." *Research Policy*, No. 32(7), pp. 1199-1215.

⁴⁰Kotha, S. (1995). "Mass Customization: Implementing the Emerging Paradigm for Competitive Advantage." *Strategic Management Journal*, No. 16, pp. 21-42.

⁴¹Dellaert, B. G. C. e S. Stremersch, 2005, "Marketing Mass-Customized Products: Striking a Balance Between Utility and Complexity." *Journal of Marketing Research XLII*(May 2005), pp. 219-227.

⁴² Kaplan, A. M. e M. Haenlein, 2006, "Toward a Parsimonious Definition of Traditional and Electronic Mass Customization." *Product Innovation Management*, No. 23, pp. 168-182.

⁴³Piller, F. T., 2005, "Mass Customization: Reflections on the State of the Concept." *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, No. 16(4), pp. 313-334.

⁴⁴ Salvador, F., P. M. d. Holane F. Piller, 2009, "Cracking the Code of Mass Customization." *MIT Sloan Management Review*, No. 50(3), pp. 71-78

Utile a questo fine, è sembrata una ricerca americana che si è proposta quindi di rendere operativo il quadro delle capacità strategiche di Salvador et al. (2009) sopra descritto e di trarre fonti di vantaggio competitivo associate a queste funzionalità. La ricerca analizzata fa parte de "Le 500 personalizzazioni", uno studio di benchmarking globale di oltre 500 fornitori online di prodotti di massa su misura avviate dalla Gruppo MIT, Tecnologia e Innovazione Management Group di RWTH Aachen University e l'Università di Scienze Applicate a Salisburgo.

Questo studio multi-livello comprende le valutazioni degli esperti sui sistemi online di personalizzazione di massa in termini di configurazione, sondaggi, e uno studio di fornitori e produttori. L'obiettivo dello studio analizzato era quello di fornire un quadro completo dello stato dell'arte della personalizzazione di massa e della personalizzazione su Internet.

Per testare le proposte sviluppate in questa tesi, gli studiosi si sono basati su un sotto campione di 115 imprese che si occupano di personalizzazione di massa. Analizzando i dati, essi hanno integrato lo stato della letteratura sulla personalizzazione di massa con una serie di contributi teorici, metodologici e gestionali. In termini di teoria, lo studio ha sintetizzato la Resource-Based View (RBV) e la teoria economica di complementarità per esaminare come più elementi fondamentali di una strategia di personalizzazione di massa possano migliorare le performance aziendali, sia autonomamente sia collettivamente.

Le tre capacità strategiche per la personalizzazione di massa non migliorano le performance aziendali se gestite in maniera separata. Tuttavia, modellando la loro complementarità con un costrutto di secondo ordine, sono state scoperte alcune sinergie super-additive derivanti dalla realizzazione simultanea delle capacità strategiche. Pertanto, i risultati hanno confermato che il vantaggio competitivo non può essere spiegato da una singola risorsa strategica o capacità; esso si basa su una riuscita integrazione di vari diversi elementi organizzativi.

Metodologicamente, questo studio offre due importanti contributi. In primo luogo, si sviluppa un insieme di strumenti validi e affidabili per misurare le tre sotto-dimensioni della capacità di personalizzazione di massa, ovvero lo sviluppo dello spazio, un processo di progettazione forte e la navigazione scelta. In secondo luogo, lo studio riporta l'attenzione sui fondamenti intellettuali della personalizzazione di massa facendo rispettare criteri rigorosi in termini di selezione degli intervistati. Questo permette di indagare le sinergie derivanti dalla complementarietà delle tre capacità strategiche in un campione rilevante di customizer di massa.

Dal punto di vista manageriale, per raggiungere la differenziazione strategica e di vantaggio competitivo, le imprese che perseguono la personalizzazione di massa come loro core business devono avere tutte e tre le capacità in essere a causa della complementarità dei loro effetti sulla performance aziendale. I

risultati empirici forniscono anche informazioni preziose per le imprese in quanto alcune attività specifiche sono efficaci per l'attuazione di queste funzionalità nella pratica. Inoltre, sono emerse alcune raccomandazioni concrete per gli investitori finanziari su come valutare la competitività e la sostenibilità dei modelli di business della personalizzazione di massa.

Ciò dimostra che le capacità strategiche di personalizzazione di massa sono probabilmente "capacità dinamiche" (Teece et al. 1997)⁴⁵ nel senso che consentono alle imprese di adattare e integrare le loro risorse e competenze al fine di rispondere più efficacemente alle esigenze eterogenee dei clienti e cambiando gli ambienti aziendali. Inoltre, i risultati aggiungono informazioni sull'importanza della complementarità e dell'adattamento interno (ad esempio, Siggelkow 2002⁴⁶; Carmeli e Tishler 2004⁴⁷; Peteraf e Reed 2007⁴⁸).

1.3. Individualizzazione della domanda

Prima della Rivoluzione Industriale, i prodotti erano realizzati in base all'ordine e secondo le specifiche del cliente da parte degli artigiani. Ogni cliente era l'unico nel suo segmento ed i prodotti erano disponibili solo per una stretta selezione di gruppi di individui benestanti (Pine 1993)⁴⁹. Con l'avvento della produzione di massa, dei prodotti standardizzati e delle operazioni che consentivano alle aziende di sfruttare economie di scala e divisione del lavoro, i costi di produzione si sono drasticamente ridotti. È nata così una nuova generazione di consumatori di massa, soddisfatti con prodotti standardizzati a prezzi ragionevoli, anche se ciò significava sacrificare alcune delle loro preferenze (Sheth et al. 2000)⁵⁰. Questa epoca è caratterizzata dalla celebre frase di Henry Ford: "Ogni cliente può avere una macchina dipinta di qualsiasi colore che vuole purché sia nero" (Ford e Crowther 1922, pag. 72.)⁵¹. Le

⁴⁵Teece, D. J., G. Pisano e A. Shuen, 1997, "Dynamic Capabilities and Strategic Management." *Strategic Management Journal*, No. 18(7), pp. 509-533.

⁴⁶Siggelkow, N., 2002, "Evolution toward fit." *Administrative Science Quarterly*, No. 47(1), pp. 125-159.

⁴⁷Carmeli, A. e A. Tishler, 2004, "The relationships between intangible organizational elements and organizational performance." *Strategic Management Journal*, No. 25(13), pp. 1257-1278.

⁴⁸Peteraf, M. e R. Reed, 2007, "Managerial discretion and internal alignment under regulatory constraints and change." *Strategic Management Journal*, No. 28(11), pp. 1089-1112.

⁴⁹ Pine, B. J. (1993). *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Cambridge, Mass., Harvard Business School Press.

⁵⁰Sheth, J. N., R. S. Sisodia e A. Sharma, 2000, "The antecedents and consequences of customer-centric marketing." *Journal of the Academy of Marketing Science*, No. 28(1), pp. 55-66.

⁵¹ Ford, H. e S. Crowther, 1922, *My Life and Work*, New York, Doubleday.

aziende erano focalizzate sulla promozione, i prezzi e la distribuzione di prodotti per il mercato di massa, sulla base del presupposto che l'offerta avrebbe creato la propria domanda. Tuttavia, nel 1950, quando i mercati in molte industrie hanno cominciato a maturare e saturare, le imprese hanno iniziato gradualmente a spostare la loro attenzione ai mercati piuttosto che prodotti. Seguendo l'argomentazione che la creazione di un cliente soddisfatto dovrebbe essere l'obiettivo primario delle imprese (Keith 1960⁵²), l'orientamento al mercato è emerso come una nuova forma organizzativa per le imprese. Il concetto è stato reso popolare da Kotler(1967, 1977)⁵³ e ben presto è diventato la base filosofica per studiosi di marketing e professionisti simili. Con una crescente enfasi sui mercati, la segmentazione del mercato è stata il logico passo successivo. Smith (1956)⁵⁴ suggerì la suddivisione della domanda di mercato in segmenti per funzioni di domanda distinte e per prodotti richiesti e gli sforzi di marketing devono essere adeguati per far fronte a queste differenze. Le imprese hanno così cominciato ad organizzare la propria offerta in funzione dei segmenti di mercato e di conseguenza hanno iniziato a offrire una serie di varianti di prodotto mirate. Essendoci una concorrenza intensa, gli esperti di marketing cominciarono definendo segmenti più piccoli, con una conseguente proliferazione di marchi e canali di distribuzione (Sheth et al. 2000)⁵⁵. Nel corso del continuo affinamento dell'approccio di segmentazione, la segmentazione del mercato si è evoluta verso l'orientamento al cliente. Le organizzazioni customer-oriented (1) mettono gli interessi dei clienti in primo luogo, (2) sono in grado di generare, diffondere e utilizzare le informazioni su clienti e concorrenti, e (3) applicano le risorse inter-funzionali in modo coordinato per creare valore di qualità superiore per i clienti (Day 1994)⁵⁶. Questa prospettiva è stata completata dalla comparsa del customer relationship management, un approccio olistico alla creazione di valore per gli azionisti dalla gestione delle relazioni con i clienti attraverso le tecnologie

⁵²Keith, R. J., 1960, "The Marketing Revolution." *Journal of Marketing*, No. 24(1), pp. 35-38.

⁵³Kotler, P., 1967, *Marketing Management: Analysis, Planning, and Control*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.

Kotler, P., 1977, "From sales obsession to marketing effectiveness." *Harvard Business Review*, No. 55(6): pp. 67-75.

⁵⁴Smith, W. R., 1956, "Product differentiation and market segmentation as alternative marketing strategies.", *Journal of Marketing*, No. 21(3), pp. 3-8.

⁵⁵Sheth, J. N., R. S. Sisodia e A. Sharma, 2000, "The antecedents and consequences of customer-centric marketing.", *Journal of the Academy of Marketing Science*, No. 28(1), pp. 55-66.

⁵⁶Day, G. S., 1994, "The capabilities of market-driven organization." *Journal of Marketing*, No. 58(10), pp. 37-52.

dell'informazione (Payne e Frow 2005, p. 168)⁵⁷. Con le esigenze dei clienti sempre più individualizzate (Porter 1996⁵⁸; Prahalad e Ramaswamy 2004⁵⁹), la progressione successiva naturale ha portato l'attenzione dalle nicchie di mercato ai mercati di massa personalizzati in cui ogni singolo cliente è il proprio mercato (Gilmore e Pine 2000)⁶⁰.

Come conseguenza di questa individualizzazione della domanda, la nostra cultura e l'economia si è sempre più spostata da una focalizzazione su un numero relativamente piccolo di "hits" (prodotti e mercati tradizionali) a capo della curva di domanda e su un numero enorme di nicchie la coda (Anderson, 2006)⁶¹. Questa transizione è anche vividamente illustrato nelle statistiche di vendita di molte aziende.



Tab.1 – Tail, Anderson, 2006.

Mentre in precedenza la maggior parte dei profitti risultavano dalla vendita di pochi prodotti di successo per tanta gente, ora milioni di prodotti unici possono essere venduti in quantità relativamente piccole a mercati di nicchia. Tuttavia, questi mercati di nicchia sono emersi solo di recente, a seguito di progressi nella tecnologia dell'informazione, come giustamente esemplificato da Amazon, iTunes e Netflix. Per queste aziende, il costo marginale di memorizzare o mettere a disposizione una vasta gamma di prodotti in una

⁵⁷ Payne, A. e P. Frow, 2005, "A Strategic Framework for Customer Relationship Management." *Journal of Marketing*, No. 69(4), pp. 167-176.

⁵⁸ Porter, M. E., 1996, "What is strategy?" *Harvard Business Review*, No. 74(6), pp. 61-78.

⁵⁹ Prahalad, C. K. e V. Ramaswamy, 2004, *The future of competition: co-creating unique value with customers.*, Boston, MA, Harvard Business School Press

⁶⁰ Gilmore, J. H. e B. J. Pine (2000). *Markets of One: Creating Customer-Unique Value through Mass Customization.*, Boston, Harvard Business School Publishing.

⁶¹ Anderson, C., 2006, *The Long Tail: Why the Future of Business Is Selling Less of More.* New York, Hyperion.

categoria è pari a zero, perché l'offerta non è più limitata dallo spazio dello scaffale o da quanto costa produrre, trasportare, immagazzinare e distribuire un prodotto. Così esse possono guadagnare profitti, anche se viene venduta solo una o due unità di un particolare prodotto ogni mese. Per esempio Amazon vende quasi tutti gli oltre 24 milioni di libri attualmente in stampa; un tipico negozio click-and-mortar può avere uno stock tra 40.000 e 100.000 titoli unici.

Per queste offerte di nicchia, che non possono proficuamente essere fornite da canali tradizionali fisici, Anderson (2006) conia il termine "Long Tail", come rappresentato dalla parte gialla nella figura 1.

Egli sostiene inoltre che la lunga coda crescerà in maniera sempre più crescente in quanto la propensione ai prodotti di nicchia spinge i consumatori a sviluppare nuove aspettative. A loro volta, i produttori hanno un incentivo a creare più nuovi prodotti di nicchia nel tempo, come illustrato dalla curva della domanda tratteggiata in figura 1. Anderson (2006), prevede quindi che i ricavi totali provenienti dai prodotti di nicchia che non sono venduti bene attraverso la distribuzione tradizionale al dettaglio alla fine supererà le vendite attese; cioè, l'area gialla sotto la curva diventa più grande dell'area bianca.

Brynjolfsson et al. (2010)⁶² rafforzano questo punto di vista nel loro studio di Amazon, in cui scoprono che la lunga coda è cresciuta tra il 2000 e il 2008, e libri di nicchia non disponibili nei negozi fisici rappresentano il 36,7% delle vendite di Amazon.

La prospettiva più diffusa è che il fenomeno della coda lunga è guidato da domanda e offerta di diversi fattori (Brynjolfsson et al. 2006)⁶³. I driver dal lato dell'offerta sono la possibilità di ridurre i costi di stoccaggio e di distribuzione delle scorte, grazie allo spazio non quantificabile dello scaffale virtuale, il make-to-order, la produzione e la distribuzione elettronica. Dal lato della domanda, i clienti possono facilmente scoprire la ricerca di prodotti di nicchia attraverso strumenti intelligenti di rilevamento, motori di raccomandazione, consulenti virtuali, con costi di ricerca significativamente più bassi (Brynjolfsson et al. 2011)⁶⁴. Senza tali strumenti, i consumatori potrebbero

⁶²Brynjolfsson, E., Y. Hu e M. D. Smith, 2010, "The Longer Tail: The Changing Shape of Amazon's Sales Distribution Curve." <http://ssrn.com/abstract=1679991> (February 22, 2011)

⁶³Brynjolfsson, E., Y. Hu e M. D. Smith, 2006, "From Niches to Riches: Anatomy of the Long Tail." *MIT Sloan Management Review*, No. 47(4), pp. 67-71

⁶⁴Brynjolfsson, E., Y. J. Hu e D. Simester, 2011, "Goodbye Pareto Principle, Hello Long Tail: The Effect of Search Costs on the Concentration of Product Sales." *Management Science*, No. 47(8), pp. 1373-1386

facilmente essere sopraffatti da troppa scelta, che ridurrebbe la loro intenzione di acquisto (Gourville e Soman 2005)⁶⁵.

Queste intuizioni hanno spinto molte aziende a rivedere le proprie strategie per affrontare la lunga coda in modo esplicito. Con la sua promessa unica di fornire prodotti altamente personalizzati a prezzi accessibili, la personalizzazione di massa è chiaramente la strategia idonea per sfruttare la coda lunga. Il concetto ha guadagnato notevole spazio negli ultimi due decenni, con la crescente adozione da parte delle imprese e l'attenzione in molte pubblicazioni accademiche (Kumar 2007)⁶⁶.

Il primo riferimento alla personalizzazione di massa è spesso attribuito a Stanley Davis (1987),⁶⁷ nel suo libro *Future Perfect*, ma il desiderio di unicità dei manufatti risale a molto tempo prima. Nel 210 a.C., il primo imperatore della Cina, QinShi Huang, commissionò un vasto esercito di terracotta per proteggere il suo mausoleo, che consisteva in più di 7.000 soldati (Ciarla 2005)⁶⁸. L'imperatore voleva che le cifre fossero diverse in apparenza per riflettere l'individualità dei soldati negli eserciti reali. Per raggiungere questo obiettivo monumentale, gli artigiani usarono una serie di stampi standard, che servirono come moduli di base per i corpi e i volti delle figure. Le teste, le braccia, le gambe e i torsoli furono creati separatamente e poi assemblati (Portal e Dan 2007)⁶⁹. Una volta assemblate, le parti di base poterono essere personalizzate utilizzando componenti preconfezionati, come barba e capelli, e fu aggiunta l'argilla per modellare le singole caratteristiche del viso.

Qualsiasi strategia di personalizzazione di massa comporta inevitabilmente differenziazione del prodotto, che di per sé ha una lunga storia nella letteratura economica (Jiang et al. 2006)⁷⁰. Chamberlin (1962)⁷¹ ha coniato il termine

⁶⁵Gourville, J. T. e D. Soman, 2005, "Overchoice and Assortment Type: When and Why Variety Backfires." *Marketing Science*, No. 24(3), pp. 382-395.

⁶⁶ Kumar, A. (2007). "From mass customization to mass personalization: a strategic transformation." *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, No. 19(4), pp. 533-547.

⁶⁷Davis, S., 1987, *Future Perfect*. Reading, Addison-Wesley

⁶⁸Ciarla, R., 2005, *The Eternal Army: The Terracotta Soldiers of the First Emperor.*, New York, White Star Publishers.

⁶⁹ Portal, J. e Q. Dan, 2007, *The First Emperor: China's Terracotta Army*. London, British Museum Press.

⁷⁰ Jiang, K., H. L. Lee e R. W. Seifert, 2006, "Satisfying customer preferences via mass customization and mass production." *IIE Transactions*, No. 38(1), pp. 25-38.

differenziazione del prodotto nella sua Teoria della concorrenza monopolistica per descrivere perché un fornitore potrebbe praticare prezzi superiori; in una situazione di concorrenza perfetta, essa consentirebbe un prezzo superiore ai competitors se la soluzione prevista fosse in grado di rispondere alle esigenze specifiche di un cliente. Ciò implica che le aziende possono ottenere rendite economiche da prodotti e servizi di personalizzazione. Il prezzo premium riflette l'incremento di utilità che i clienti avvertono da un prodotto su misura, rispetto al miglior prodotto standard disponibile (Kaplan et al. 2007)⁷². Nella sua teoria della domanda dei clienti, Lancaster (1966, 1979)⁷³ fornisce una spiegazione intuitiva per cui la gente vorrebbe prodotti personalizzati, ossia egli introduce l'idea che i prodotti sono fasci di caratteristiche combinate in un'unica offerta di mercato e che tali caratteristiche sono oggetti di preferenze dei consumatori, non i prodotti stessi. Ad esempio, i consumatori non richiedono cibo in sé, ma piuttosto le sostanze nutritive e i sapori nel cibo. Le caratteristiche sono possedute da un prodotto, in linea di principio, e l'obiettivo è lo stesso per tutti i consumatori (Hendler 1975)⁷⁴. Ma ogni consumatore può derivare un diverso livello di utilità da tali caratteristiche, per questo acquistare un prodotto standard significa necessariamente un qualche tipo di sacrificio.

La produzione di massa di merci su misura come una tendenza emergente a porre rimedio a questo problema è stato già anticipata quattro decenni fa da Toffler (1970)⁷⁵. Ma il termine stesso è stato coniato nel 1987 da Davis e definita come una situazione in cui "lo stesso gran numero di clienti può essere raggiunto come nei mercati di massa dell'economia industriale, e allo stesso tempo essere trattato singolarmente come nei mercati personalizzati delle economie pre-industriali"(Davis 1987, p. 169). Il primo articolo scientifico sulla personalizzazione di massa sembra essere "Dal Marketing di massa alla Mass Customization", di Kotler (1989)⁷⁶. Egli considerava la personalizzazione di massa una strategia di differenziazione per servire singoli mercati e ha

⁷¹Chamberlin, E. H., 1962,*The Theory of Monopolistic Competition: A Reorientation of the Theory of Value.*, Cambridge, MA, Harvard University Press

⁷² Kaplan, A. M. e M. Haenlein, 2006, "Toward a Parsimonious Definition of Traditional and Electronic Mass Customization." *Product Innovation Management*,no. 23, pp. 168-182.

⁷³ Lancaster, K. J., 1966, "A New Approach to Consumer Theory." *Journal of Political Economy*,No. 74(1), pp. 132-157.

Lancaster, K. J., 1971,*Consumer Demand: A New Approach.*, New York, Columbia University Press.

⁷⁴Hendler, R. (1975). "Lancaster's New Approach to Consumer Demand and Its Limitation." *American Economic Review*,No. 65(1),pp. 194-199.

⁷⁵Toffler, A., 1970,*Future Shock.*, New York, Random House.

⁷⁶Kotler, P., 1989, "From mass marketing to mass customization." *Strategy &Leadership*No. 17(5), pp. 10-47.

affermato che "il mercato di massa è morto" (Kotler 1989, p. 47). Pine (1993, p. 48)⁷⁷ trasferisce il concetto in letteratura manageriale, definendolo come "sviluppare, produrre, commercializzare e fornire beni e servizi a prezzi accessibili con sufficiente varietà e personalizzazione in modo che quasi tutti trovino esattamente quello che vogliono." In quel tempo, il concetto di personalizzazione di massa sembrava visionario: Internet era appena nato, i social media erano ancora a circa 15 anni di distanza, e le aziende lottavano per attuare la produzione kanban e just-in-time; produrre una dimensione del lotto di uno era impensabile. Tuttavia, Kotha (1995, p. 22)⁷⁸ identificò la personalizzazione di massa come "il paradigma emergente per il vantaggio competitivo" che avrebbe permesso alle aziende di perseguire le strategie generiche di leadership di costo e di differenziazione contemporaneamente. Secondo Porter (1980, 1985)⁷⁹, le imprese possono raggiungere e mantenere il loro vantaggio competitivo offrendo sia prodotti a basso prezzo, con bassi costi di esercizio o di prodotti differenziati, con una maggiorazione di prezzo rispetto ai concorrenti. Dal punto di vista strategico, la personalizzazione di massa offre una strategia ibrida: le imprese potrebbero offrire prodotti/servizi altamente differenziati (ad esempio, i prodotti personalizzati), senza dover pagare un premium price (Kaplan e Haenlein 2006, p 176.)⁸⁰.

Il concetto di personalizzazione di massa è diventato rapidamente popolare ed è stato adottato da molti ricercatori in vari campi. La sua diffusione è stata alimentata da prime case history di successo, come quelli di Lutron Electronics (Spira 1993)⁸¹, Motorola (Eastwood 1996)⁸², Hewlett-Packard (Feitzinger e Lee 1997)⁸³, e Dell (Falkenberg 1998)⁸⁴. Non solo, la personalizzazione di

⁷⁷Pine, B. J., 1993, *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Cambridge, Mass., Harvard Business School Press.

⁷⁸Kotha, S., 1995, "Mass Customization: Implementing the Emerging Paradigm for Competitive Advantage." *Strategic Management Journal*, No. 16, pp. 21-42.

⁷⁹Porter, M. E., 1980, *Competitive Strategy*. New York, U.S., The Free Press.

Porter, M. E., 1985), *Competitive Advantage*. New York, U.S., The Free Press.

⁸⁰ Kaplan, A. M. e M. Haenlein, 2006, "Toward a Parsimonious Definition of Traditional and Electronic Mass Customization." *Product Innovation Management*, No. 23, pp. 168-182.

⁸¹Spira, J. S., 1993, "Mass customization through training at Lutron electronics." *Strategy & Leadership*, No. 21(4), pp. 23-24.

⁸²Eastwood, M. A., 1996, "Implementing mass customization." *Computers in industry* ,No. 30(3), pp. 117-174.

⁸³Feitzinger, E. e H. L. Lee, 1997, "Mass customization at Hewlett-Packard: The power of postponement." *Harvard Business Review (January-February)*, pp. 116-121.

⁸⁴Falkenberg, L., 1998, "Virtually made to order: mass customization approach." *Money*, No. 1(2), pp. 60-61.

massa divenne prevalente nel settore dei servizi; servizi finanziari, assicurativi e servizi personalizzati singolarmente proliferarono all'inizio del nuovo millennio (Hart 1995⁸⁵; Piller e Kumar 2007⁸⁶). Questa evoluzione è stata resa possibile dai progressi nella tecnologia dell'informazione e della comunicazione che hanno chiuso il divario tra produttori e consumatori e dei costi di transazione notevolmente diminuiti (Ansari e Mela 2003)⁸⁷. Nella loro ricerca, Kumar et al. (2007, p. 643)⁸⁸ hanno identificato 1.124 articoli sulla personalizzazione di massa dal 1987, e quindi lo considerano "un campo robusto, vitale e fiorente che ha alti volumi di pubblicazioni e applicazioni".

Perché la ricerca empirica abbia un impatto sulla pratica, è importante che i ricercatori in una vasta gamma di discipline trovino coerenza nella etichettatura e identificazione dei loro concetti (Garcia e Calantone 2002)⁸⁹. Tuttavia, due decenni di intensa ricerca accademica non hanno prodotto una definizione comunemente accettata di personalizzazione di massa (Kaplan e Haenlein 2006)⁹⁰. La multidisciplinarietà del concetto rende particolarmente difficile raggiungere un consenso generale (Blecker et al. 2005)⁹¹. Come Piller (2005, pp. 214-215)⁹² osserva giustamente, la personalizzazione di massa è stata correlata a tutti i tipi di strategie che abbracciano alta varietà, personalizzazione e produzione flessibile, e si attribuisce la limitata diffusione e l'attuazione del concetto della mancanza di una comprensione comune.

⁸⁵Hart, C. W. L., 1995, "Mass customization: conceptual underpinnings, opportunities and limits." *International Journal of Service Industry Management*, No. 6(2), pp. 36-45.

⁸⁶Piller, F. T. e A. Kumar, 2007, "Mass Customization & Financial Services: Providing custom products and services with mass production efficiency." *Journal of Financial Transformation*, 18 November 2007, pp. 125-131.

⁸⁷ Ansari, A. e C. F. Mela, 2003, "E-Customization.", *Journal of Marketing Research*, No. 40(2), pp. 131-145.

⁸⁸Kumar, A., 2007, "From mass customization to mass personalization: a strategic transformation." *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, No. 19(4), pp. 533-547.

⁸⁹ Garcia, R. e R. J. Calantone, 2002 "A Critical Look at Technological Innovation Typology and Innovativeness Terminology: A Literature Review." *Journal of Product Innovation Management*, No. 19(2), pp. 110-132.

⁹⁰ Kaplan, A. M. e M. Haenlein (2006). "Toward a Parsimonious Definition of Traditional and Electronic Mass Customization." *Product Innovation Management*, No. 23, pp. 168-182

⁹¹Blecker, T., et al., 2005 *Information and management systems for product customization*. New York, Springer Science+Business Media

⁹²Piller, F. T., 2005,. "Mass Customization: Reflections on the State of the Concept." *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, No. 16(4), pp. 313-334.

Considerando le varie definizioni esistenti di personalizzazione di massa, questa sezione si concentra in particolare su due definizioni promettenti. Tseng e Jiao propongono una breve definizione precisa che è facilmente comprensibile per i manager: la personalizzazione di massa corrisponde a tecnologie e sistemi per fornire beni e servizi che soddisfino le esigenze individuali dei clienti con una efficienza prossima a quella della produzione di massa. In questa definizione, il termine *massa* fa riferimento all'efficienza della produzione di massa e il termine *personalizzazione* fa riferimento alle esigenze dei singoli clienti.

Dal punto di vista della funzionalità, tuttavia, può essere più appropriata la definizione di Piller (2005), dal momento che essa distingue chiaramente la personalizzazione di massa da concetti simili: "la Personalizzazione di massa si riferisce ad un processo di co-progettazione dei clienti su prodotti e servizi che soddisfano le esigenze di ogni singolo cliente per quanto riguarda alcune funzionalità del prodotto. Tutte le operazioni vengono eseguite all'interno di uno spazio occupato da soluzioni fisse, caratterizzato da processi stabili ma flessibili e reattivi. Di conseguenza, i costi connessi alla personalizzazione consentono un livello di prezzo che non implica un interruttore in un segmento di mercato superiore "(Piller 2005, p 315).

La definizione prevista dal Piller (2005) si compone di quattro elementi chiave. Il primo elemento spiega in generale il concetto di personalizzazione di massa, e cioè, che i clienti sono sempre più visti come partner (non destinatari) nel processo di creazione del valore e che assumono un ruolo attivo e determinare quale prodotto è offerto loro dalla specificando gli attributi (Wikström 1996)⁹³. Il secondo elemento occupa lo spazio entro il quale una soluzione di personalizzazione di massa è in grado di soddisfare le esigenze dei clienti. La gamma di opzioni di personalizzazione disponibili è vasta, ma anche necessariamente finita per evitare una esplosione dei costi (Hart 1995)⁹⁴. Il terzo elemento afferma che un sistema di personalizzazione di massa di successo è caratterizzato da processi flessibili, reattivi ma stabili, in modo che l'aumento delle variabilità richieste dei clienti non alteri in modo significativo le operazioni di un'azienda o delle filiere tecnologiche ad essa connesse (Pine et al. 1993)⁹⁵. Per quanto riguarda l'ultimo elemento, in contrasto con le definizioni precedenti (ad esempio gli autori già citati Pine e Hart), non è necessario che il livello dei costi di massa avuti dai prodotti personalizzati siano paragonabili a quelli dei prodotti standard di serie. Lavori empirici

⁹³Wikström, S., 1996, "Value creation by company-consumer interaction." *Journal of Marketing Management*, No.12(5), pp. 359-374

⁹⁴Hart, C. W. L., 1995, "Mass customization: conceptual underpinnings, opportunities and limits." *International Journal of Service Industry Management*, No. 6(2), pp. 36-45.

⁹⁵Pine, B. J., 1993, *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Cambridge, Mass., Harvard Business School Press.

recenti hanno rivelato chiaramente che i clienti mostrano spesso una maggiore disponibilità a spendere di più (WTP) per i prodotti personalizzati (ad esempio, Schreier 2006⁹⁶, Franke et al 2009⁹⁷). Questa differenza di prezzo è commisurato con l'utilità aggiunta che i clienti ottengono dal prodotto personalizzato rispetto al miglior prodotto standard disponibile (Kaplan et al. 2007)⁹⁸. I costi devono quindi solo essere abbastanza bassi affinché le imprese di personalizzazione di massa siano in grado di indirizzare lo stesso segmento di mercato che prima acquistava i prodotti standard.

Ma Hart (1995, p. 36), si rende conto anche che la personalizzazione di massa è una sorta di stato ideale che le aziende nel mondo reale possono, nel migliore dei casi, raggiungere solo approssimativamente. Al contrario, la produzione di massa e la personalizzazione di massa rappresentano due estremi di un continuum, in cui la maggior parte delle aziende si trovano a metà strada (Salvador et al 2009)⁹⁹. Inoltre, "l'attuazione della personalizzazione di massa non deve necessariamente essere inquadrata come una proposizione aut-aut" (Kotha 1995, p. 36). Ciò significa che entrambi gli approcci possono anche essere praticati dalla stessa società, ma saranno rivolti a diversi mercati di riferimento (Radder e Louw, 1999)¹⁰⁰.

Le grandi aziende come Adidas, Masterfoods (MyM&Ms), e Lego (Mosaic) forniscono prodotti personalizzati di successo per un segmento premium di clienti, con le loro linee di prodotti standard.

Ma allora cos'è la personalizzazione di massa? E 'uno strumento di marketing, una strategia di produzione, o di un processo di innovazione? Piller (2005) conclude che la personalizzazione di massa è prima di tutto una visione a diventare una vera impresa customer-centric. Così non dovrebbe più essere considerato come un modello di business o di strategia competitiva, ma

⁹⁶Schreier, M., 2006, "The value increment of mass customized products: an empirical assessment." *Journal of Consumer Behaviour*, No. 5(4), pp. 317-327.

⁹⁷Franke, N., H. Reisinger e D. Hoppe, 2009, "Remaining within-cluster heterogeneity: a meta-analysis of the "dark side" of clustering methods." *Journal of Marketing*, No. 25(3 & 4), pp. 273-293.

⁹⁸ Kaplan, A. M., D. Schodere M. Haenlein, 2007, "Factors Influencing the Adoption of Mass Customization: The Impact of Base Category Consumption Frequency and Need Satisfaction." *The Journal of Product Innovation Management*, No. 24, pp. 101-116.

⁹⁹ Salvador, F. e F. T. Piller, 2009, "Cracking the Code of Mass Customization." Plenary Talk durante l'evento *5th World Conference on Mass Customization and Personalization (MCPC)*. Helsinki, Finland. October 4-8, 2009.

¹⁰⁰Radder, L. e L. Louw, 1999, "Mass customization and mass production." *The TQM Magazine*, No. 11(1), pp. 35-40.

piuttosto come "un processo per allineare l'organizzazione alle esigenze dei propri clienti" (Salvador et al. 2009, p. 72). Questa affermazione apparentemente semplice in pratica può essere molto complessa, perché richiede un insieme distintivo di funzionalità che le aziende trovano difficile da sviluppare e difficile da sostenere.

La maggior parte della letteratura accademica ed empirica sulla personalizzazione di massa si concentra su questioni di fatto e su come le aziende siano o meno in grado di fornire la personalizzazione in modo efficiente. In questo contesto, i ricercatori hanno analizzato soprattutto il trade-off tra la personalizzazione e le dimensioni delle prestazioni operative, come i costi, la reattività e la qualità (ad esempio, Tu et al 2001¹⁰¹, Squire et al 2006¹⁰²). Nonostante la rilevanza di questa ricerca da una prospettiva ferma, l'impulso ad attuare una strategia di personalizzazione di massa dovrebbe venire da parte del cliente, piuttosto che dalla capacità di produzione dell'impresa (Bardakci e Whitelock 2003, p. 464)¹⁰³. L'importanza di una tale attenzione al cliente è ben riassunta da Drucker (1973, pag. 79.): "Soddisfare il cliente è la missione e lo scopo di ogni azienda."

La tendenza verso una varietà sempre maggiore di prodotti è guidata principalmente dai bisogni crescenti della gente per l'auto-realizzazione. La nota gerarchia dei bisogni di Maslow (1943) è spesso raffigurata con la forma di una piramide, perché secondo la gerarchia, la gente tende sempre più all'auto-realizzazione e all'individualità dopo aver soddisfatto i propri bisogni fisiologici (per esempio, cibo, acqua, sonno) e le esigenze di base in termini di sicurezza, l'amore, l'amicizia e la stima. Nelle società postindustriali di oggi, i clienti richiedono molto più di una mera soddisfazione di bisogni fisiologici e di base (Inglehart 1997)¹⁰⁴. Di conseguenza, la funzione originale del prodotto come un bene o servizio è meno rilevante, ma il suo ruolo come una forma di realizzazione simbolica è sempre più pertinente. Ciò obbliga le imprese ad adottare nuove strategie coerenti con il cambiamento dei comportamenti di consumo. Il concetto di personalizzazione di massa riconosce la crescente importanza della soggettività, in quanto consente ai clienti di chiedere prodotti

¹⁰¹Tu, Q., M. A. Vonderembse e T. S. Ragu-Nathan, 2001, "The impact of time based manufacturing practices on mass customization and value to customer." *Journal of Operations Management*, No. 19, pp. 201-217

¹⁰² Squire, B., et al., 2006, "The impact of mass customisation on manufacturing trade-offs." *Production and Operations Management*, No. 15(1), pp. 10-21.

¹⁰³Bardakci, A. e J. Whitelock (2003). "Mass-customisation in marketing: the consumer perspective." *Journal of Consumer Marketing*, No. 20(5), pp. 463-479.

¹⁰⁴Inglehart, R., 1997, *Modernization and Postmodernization: Cultural, Economic, and Political Change in 43 Societies*. Princeton, Princeton University Press.

personalizzati con un livello di personalizzazione individuale, che non è mai stato possibile prima (Addis e Holbrook 2001, pp. 51-52)¹⁰⁵.

Questa sezione descrive le diverse fonti di benefici che possono spiegare l'incremento di utilità che i clienti avvertono grazie ai prodotti personalizzati. In particolare, esiste un ampio consenso tra i ricercatori (Broekhuizen e Alsem 2002¹⁰⁶, Merle et al 2010¹⁰⁷) sull'indicazione di due fonti di benefici derivanti dalla personalizzazione di massa: (1) il valore della personalizzazione del prodotto (ad esempio, l'utilità incrementata da un elemento che sta meglio al cliente) e (2) i premi possibili derivanti dal processo di co-design. Questa duplice concettualizzazione è stata resa popolare dal servizio dominante della logica del marketing (Vargo e Lusch 2004)¹⁰⁸ che distingue tra valore d'uso e valore di co-produzione (ad esempio, la partecipazione alla creazione dell'offerta). Addis e Holbrook (2001, pp. 57-60) si differenziano anche tra benefici utilitaristici ed edonistici. I vantaggi utilitaristici si riferiscono a ciò che un cliente può ottenere dalle caratteristiche fisiche e le prestazioni tecniche del prodotto. I benefici edonistici invece riguardano gli aspetti multisensoriali dell'esperienza del cliente con un prodotto. Per la personalizzazione di massa, gli aspetti edonistici aumentano probabilmente di importanza, a causa della natura esperienziale del co-design e dei consumi. La combinazione di queste dimensioni su come i clienti possano valutare la personalizzazione dei prodotti conduce ad una matrice (Schreier 2006, p 317) che individua quattro fattori distintivi che influenzano la decisione di un cliente di adottare prodotti personalizzati e che sono: il beneficio funzionale da una migliore integrazione tra le esigenze dell'individuo e le caratteristiche del prodotto, l'unicità percepita del prodotto auto-progettato, il processo di felicità di auto-progettazione e l'orgoglio di paternità.

Oltre ai vantaggi utilitaristici, i prodotti di massa su misura potrebbero trasformare in edonistici i benefici incontrando le esigenze dei clienti grazie

¹⁰⁵ Addis, M. e M. B. Holbrook, 2001, "On the conceptual link between mass customization and experiential consumption: An explosion of subjectivity." *Journal of Consumer Behaviour*, 1(1), pp. 50-66.

¹⁰⁶ Broekhuizen, T. L. J. e K. J. Alsem, 2002, "Success Factors for Mass Customization: A Conceptual Model." *Journal of Market-Focused Management*, No. 5, pp. 309-330.

¹⁰⁷ Merle, A., et al., 2010, "Perceived Value of the Mass-Customized Product and Mass Customization Experience for Individual Consumers." *Production & Operations Management*, No. 19(5), pp. 503-514.

¹⁰⁸ Vargo, S. L. e R. F. Lusch, 2004, "Evolving to a New Dominant Logic for Marketing." *Journal of Marketing*, No. 68(January) pp. 1-17.

alla loro unicità. Secondo la teoria dell'unicità (Snyder e Fromkin 1997)¹⁰⁹, le persone sono motivate a mantenere un senso di differenza, perché essere troppo simili ad altri costituisce una minaccia per la loro identità. I beni di consumo che offrono la differenziazione sono particolarmente apprezzati in questo contesto, perché soddisfano l'esigenza di unicità senza rischiare severe sanzioni sociali (Snyder, 1992)¹¹⁰, che è il motivo per cui i clienti acquistano le novità o i prodotti originali, gli oggetti artigianali e i prodotti d'epoca che non sono disponibili per il mercato di massa. Di conseguenza, la necessità di unicità dei clienti può essere definita come "il tratto distintivo di perseguire la differenziazione rispetto agli altri, attraverso acquisizione, utilizzo e disposizione dei beni di consumo al fine di sviluppare e migliorare la propria immagine di sé e la propria immagine sociale" (Tian et Al. 2001, p. 52)¹¹¹. Esso comprende tre dimensioni comportamentali: la scelta creativa dell'anticonformismo, la scelta impopolare dell'anticonformismo, e l'elusione della somiglianza. La scelta creativa dell'anticonformismo implica che il cliente cerca di distinguere se stesso dalla maggior parte degli altri, ma anche di compiere scelte che possono essere considerate positivamente da altri. La scelta impopolare dell'anticonformismo si riferisce alla scelta deliberata di prodotti e marchi che si discostano dalle norme del gruppo e quindi portano il rischio della disapprovazione sociale, poiché i consumatori tendono ad enfatizzare la loro differenza dagli altri. Infine, l'elusione della somiglianza implica che i clienti svalutano ed evitano l'acquisto di prodotti che sono acquistati comunemente ogni giorno. La quasi infinita varietà di prodotti personalizzati di massa rende probabile che tali prodotti siano percepiti come altamente unici, che migliora la differenziazione da altri clienti lungo tutte e tre le dimensioni (Fiore et al 2004¹¹², Michel et al 2009¹¹³). Con uno studio empirico, Franke e Schreier (2008) confermano che percepisce l'unicità contribuisce in modo indipendente per l'utilità di una customer experience di auto-progettazione di un prodotto, oltre che per la sua forma estetica e

¹⁰⁹ Snyder, C. R. e H. L. Fromkin, 1997, "Abnormality as a positive characteristic: The development and validation of a scale measuring need for uniqueness." *Journal of Abnormal Psychology*, No. 86(5), pp. 518-527.

¹¹⁰ Snyder, C. R., 1992, "Product Scarcity by Need for Uniqueness Interaction: A Consumer Catch-22 Carousel? ." *Basic and Applied Social Psychology*, No. 15(1), pp. 9-24.

¹¹¹ Tian, K. T., W. O. Bearden e G. L. Hunter, 2001, "Consumers' need for uniqueness: scale development and validation", *Journal of Consumer Research*, No. 28(1), pp. 50-66.

¹¹² Fiore, A. M., S.-E. Lee e G. Kunz (2004). "Individual Differences, Motivations, and Willingness to Use a Mass Customization Option for Fashion Products." *European Journal of Marketing*, No. 38(7), pp. 835-849.

¹¹³ Michel, S., et al., 2009, "Mass-customized products: are they bought for uniqueness or to overcome problems with standard products?", *Journal of Customer Behaviour*, No. 8(4), pp. 307-327.

funzionale. Michel et al. (2009) concludono inoltre che la motivazione ad adottare i prodotti di massa su misura varia tra i consumatori, guidati esclusivamente da un desiderio di unicità, esclusivamente per la loro capacità di superare gli svantaggi di prodotti standardizzati, o una combinazione. Pertanto, i rivenditori dovrebbero evidenziare sia gli aspetti utilitaristici e edonistici nella promozione di prodotti di massa personalizzati.

Il marketing tradizionale considera i clienti partecipanti passivi nel processo di creazione di valore, fino al punto di vendita (Wind e Rangaswamy 2001)¹¹⁴. Eppure il libro di Toffler "The Third Wave" prevedeva che "la cosa più creativa che una persona potrà fare tra vent'anni da oggi è essere un consumatore molto creativo... Vale a dire, sarai seduto lì a fare qualcosa come la progettazione di un abito per te stesso o modificare un design standard, in modo che il computer possa tagliarne uno per voi con il laser e cucire insieme per voi"(Toffler 1980 p. 274)¹¹⁵. L'avvento della personalizzazione di massa ha reso questa visione una realtà. I clienti sono sempre più partner (non destinatari) nel processo, integrati nella creazione di valore attraverso la definizione, la configurazione, la corrispondenza o scegliendo la loro soluzione individuale da un elenco di opzioni e componenti predefiniti in una personalizzazione tool kit di massa (Piller et al. 2004, p. 436). Pertanto, la percezione del processo di co-progettazione deve essere considerata, oltre che soggettivamente per preferenza, anche nel valutare la decisione dei clienti di adottare prodotti di massa su misura (per esempio, Franke e Piller 2003. Fiore et al 2004; Dellaert e Stremersch 2005¹¹⁶).

Tuttavia, anche se le attività di co-design sono un prerequisito necessario della personalizzazione di massa per soddisfare le esigenze individuali, aumentano anche la complessità percepita, la fatica e il rischio dal punto di vista del cliente (Piller et al. 2005). In questo contesto, il coinvolgimento derivante dal processo, definito come "una reazione positiva affettiva suscitata dal processo di auto-progettazione del prodotto" (Franke e Schreier 2010, p. 1021), può apparire controproducente, dal momento che il lavoro è generalmente considerato come un disutilità in modelli economici convenzionali. Ma in realtà, il lavoro spesso è volontario e la gente sembrano trarre benefici intrinseci, nonostante lo sforzo. Si consideri, per esempio, i programmatori che

¹¹⁴ Wind, J. e A. Rangaswamy, 2001, "Customerization: The next revolution in mass customization." *Journal of Interactive Marketing* No. 15(1), pp. 13-32.

¹¹⁵ Toffler, A., 1980, *The Third Wave*. New York, Bantam Books

¹¹⁶ Dellaert, B. G. C. e S. Stremersch, 2005, "Marketing Mass-Customized Products: Striking a Balance Between Utility and Complexity", *Journal of Marketing Research XLII* (May 2005), pp. 219-227.

contribuiscono software open-source (Hertel et al. 2003)¹¹⁷ o i mercati tradizionali del fai-da-te (DIY) (Williams 2004)¹¹⁸. Le persone si impegnano in queste attività perché trovano il "fare per sé" gratificante, piacevole e divertente (Schreier 2006).

La prova teorica di tali reazioni affettive positive si può trarre dalla teoria dell'autodeterminazione (Gagné e Deci 2005)¹¹⁹ e il concetto di "esperienza di flusso". Gli ex postulati che le persone hanno bisogni psicologici di base per la competenza (cioè, efficienza nel trattare con l'ambiente), relazionalità (cioè, capacità di interagire, essere connessi e prendersi cura degli altri), e l'autonomia (cioè, essere agenti causali della propria vita). Soddisfare questi bisogni conferisce una motivazione guidata dall'interesse o dal piacere del compito stesso (ad esempio, la motivazione intrinseca). Inoltre, il "flusso" si riferisce ad uno stato mentale in cui una persona è completamente immersa in una sensazione di fuoco eccitato, pieno coinvolgimento e successo mentre sono impegnati in un'attività. Testando specificamente le reazioni affettive positive, Franke e Schreier (2010) hanno scoperto che i clienti attribuiscono più valore ad un prodotto auto-progettato se vivono il processo di progettazione. Allo stesso modo, Ihl (2009)¹²⁰ conferma che la felicità del processo di co-design ha un significativo effetto positivo sulla intenzione di acquisto dei clienti. Questi risultati sono analoghi a studi empirici che mostrano la percezione negli ambienti di vendita al dettaglio che i clienti possono avere impatti positivi sul comportamento di acquisto (Mattila e Wirtz 2001)¹²¹.

Considerando che la felicità del coinvolgimento è un vantaggio orientato al processo (ossia, il beneficio di farlo se stessi), un beneficio orientato al risultato può venire dall'aver fatto se stessi, il comunemente conosciuto "orgoglio di paternità" nella letteratura della personalizzazione di massa (Franke e Piller

¹¹⁷Hertel, G., S. Niedner e S. Herrmann, 2003, "Motivation of software developers in Open Source projects: an Internet-based survey of contributors to the Linux kernel." *Research Policy* No.32(July), pp. 1159-1177.

¹¹⁸Williams, C. C., 2004, "A lifestyle choice? Evaluating the motives of do-it-yourself (DIY) consumers." *International Journal of Retail & Distribution Management*, No. 32(5), pp. 270-278.

¹¹⁹Gagné, M. e E. L. Deci, 2005, "Self-determination theory and work motivation." *Journal of Organizational Behavior*, No. 26(June),pp. 331-362.

¹²⁰Ihl, J. C., 2009, *Marketing for Mass Customization: Consumer behavior and marketing policies in the context of customizable products. Dissertation.*, Institute for Information, Organization and Management, Technische Universität München - TUM Business School. Munich.

¹²¹Mattila, A. S. e J. Wirtz, 2001, "Congruency of Scent and Music as a Driver of In-Store Evaluations and Behavior.", *Journal of Retailing*, No. 77(2), pp. 273-289

2004, Schreier 2006). L'assegnazione di un alto valore affettivo alle proprie creazioni, non è un caso raro, come dimostrano esempi come fare lavoretti, cucina, maglia, pittura o scrivere un libro, per cui il risultato è spesso valutato al di sopra del valore che si pone da solo l'acquisto di un prodotto oggettivamente simile (Norton et al. 2011)¹²². Questo effetto è probabilmente inerente al concetto di personalizzazione di massa; clienti che completano l'intera attività di progettazione in modo autonomo e controllabile e che riescono ad ottenere una risposta (simulata) immediata in merito al risultato potenziale delle loro idee progettuali dal tool-kit di personalizzazione di massa (Schreier 2006).

Il supporto teorico per questo orgoglio di effetto paternità è disponibile nella letteratura generale relativa alla superbia e all'effetto dotazione. L'orgoglio è un'emozione suscitata da successi, strettamente associata con autostima e una positiva immagine di sé se un esito favorevole può essere attribuito ai propri sforzi. L'effetto dotazione prevede che le persone danno più valore agli oggetti di loro proprietà che su oggetti che invece non lo sono. In un modello rivisto della proprietà psicologica si suggerisce che "il più ovvio e forse il più potente mezzo attraverso il quale un individuo è coinvolto da un oggetto è nel crearlo" (Pierce et al. 2003, p. 93)¹²³. Franke et al. (2010, p. 125)¹²⁴ etichetta questo fenomeno come l'effetto "Ho disegnato io stesso", definito come "il valore di incremento che un soggetto attribuisce a un oggetto auto-progettato, derivante esclusivamente dal fatto che egli si sente come il creatore di tale oggetto". I cinque studi analizzati forniscono evidenze sperimentali sul fatto che avendo progettato un prodotto con un tool-kit di personalizzazione di massa, si conferisce un valore di incremento positivo rispetto a un prodotto ottenuto dallo scaffale, al di là di una migliore funzionalità del prodotto stesso. Questa scoperta ha importanti implicazioni per la progettazione di tool-kit di personalizzazione di massa.

¹²² Norton, M. I., D. Mochon e D. Ariely, 2011, "The IKEA effect: When labor leads to love."

¹²³ Pierce, J. L., T. Kostova e K. T. Dirks, 2003, "The state of psychological ownership: Integrating and extending a century of research." *Review of General Psychology* No. 7(1), pp. 84-107.

¹²⁴ Franke, N. e M. Schreier, 2010, "Why Customers Value Self-Designed Products: The Importance of Process Effort and Enjoyment." *Journal of Product Innovation Management*, No. 27(7), pp. 1020-1031.

Capitolo II

Modelli di management aziendale per l'innovazione di prodotto e processo

2.1. Innovazione di Processo e di Prodotto

L'innovazione è considerata un fattore cruciale per la sopravvivenza e la forza competitiva delle organizzazioni. Per le aziende industriali le innovazioni del sistema di prodotto e in particolare le innovazioni dei processi che generano questi prodotti sono essenziali. La maggior parte della letteratura scientifica si concentra sull'innovazione di prodotto o di processo. In molti casi, l'interazione tra prodotto e di processo non è esplicitamente presa in considerazione.

Facendo riferimento alla complessità e alle dinamiche intrinseche del processo di innovazione industriale, prendere decisioni nella gestione dell'innovazione è un lavoro impegnativo. Oltre a numerose interazioni con l'ambiente, la complessità dei processi di innovazione nelle aziende industriali risulta dalle interazioni tra innovazione di prodotto e di processo. Una gestione efficace dell'innovazione deve prendere in considerazione le interdipendenze che vengono dall'implementazione congruente dei diversi tipi di innovazione.

L'innovazione è considerata il punto focale di una strategia di un'organizzazione e un fattore cruciale per sua forza competitiva e la sua sopravvivenza. Ogni organizzazione sviluppa innovazioni per adattarsi all'ambiente esterno e per reagire ai cambiamenti percepiti all'interno o all'esterno dell'organizzazione.

Le innovazioni possono essere implementate a livello di risultati, di struttura e di processi al fine di mantenere o di migliorare il livello delle prestazioni o l'efficacia (Damanpour e Gopalakrishnan 1999¹²⁵). Possono essere individuati vari tipi di innovazione: sociale, organizzativo, amministrativo o tecnico, incrementale o fondamentale, di prodotto o di processo. Sicuramente per il fine di questo lavoro è utile soffermarsi solo sulla differenza tra innovazione di prodotto e di processo per le aziende industriali. La gestione dell'innovazione si trova in ambienti altamente complessi e dinamici. Esiste da un lato

¹²⁵Damanpour F., Gopalakrishnan S., 1999, *Organizational Adaptation and Innovation: The Dynamics of Adopting Innovation Types*, in Brockhoff K., Chakrabarti A., Hauschild J. (eds.), *The Dynamics of Innovation*, Springer, Berlin.

l'interazione all'interno dell'organizzazione e dall'altro lato l'interazione tra l'ambiente e la sua organizzazione. Le interdipendenze sottostanti sono numerose e non sempre trasparenti.

Data la complessità e il comportamento dinamico del sistema esiste un intervallo di tempo tra una azione/decisione e la prova delle loro conseguenze; ciò rende il processo decisionale ancora più difficile. Molto spesso le decisioni che sono cruciali per la sopravvivenza di una organizzazione devono essere generati per mancanza di tempo. A causa di questo il processo decisionale in materia di gestione dell'innovazione è un compito molto difficile e rischioso.

Prendere decisioni a questo livello di complessità non può essere automatizzato, ma può essere sostanzialmente sostenuta da modelli formalizzati. Un sistema di supporto decisionale sarebbe in grado di coprire la complessità e le dinamiche inerenti il processo di innovazione. Una conoscenza approfondita del sistema e del suo comportamento dinamico è essenziale per organizzare una gestione efficace ed efficiente di tutto il processo di innovazione. Per spiegare e aiutare a capire il perché di determinati avvenimenti è necessario un approccio causale e comprensivo del modello costruito (Milling 1996¹²⁶). Un sistema dinamico può dare un'idea delle conseguenze delle azioni nella gestione dell'innovazione e permette di testare diverse strategie di innovazione. L'obiettivo è quello di venire a politiche coordinate e coerenti, invece che a operazioni isolate. La congruenza e l'adozione sincrona di diversi tipi di innovazione è un fattore importante per l'adozione organizzativa (Damanpour e Gopalakrishnan 1999¹²⁷).

Si prenda come riferimento per approfondimento del tema il processo di innovazione nelle imprese manifatturiere. L'innovazione è considerata un fattore cruciale per la sopravvivenza e la forza competitiva di qualsiasi impresa industriale. Le imprese industriali devono adattarsi alla crescente concorrenza globale e dinamica.

Ciò comporta un gran numero di prodotti innovativi, processi e servizi sviluppati dalla società. Il numero di nuovi prodotti all'interno dell'intero portafoglio prodotti delle aziende aumenta sempre di più. Per le imprese industriali lo sviluppo di nuovi prodotti e servizi caratterizza il motore della crescita. La posizione competitiva di un'azienda è determinata dalla capacità di innovare il proprio portafoglio prodotti e il tempo necessario per portare nuovi prodotti sul mercato. Le imprese devono lanciare nuovi prodotti sofisticati in

¹²⁶Milling P.M., 1996, *Modeling Innovation Processes for Decision Support and Management Simulation*, System Dynamics Review, Vol. 12, No. 3, pp. 211–234.

¹²⁷Damanpour F., Gopalakrishnan S., 1999, *Organizational Adaptation and Innovation: The Dynamics of Adopting Innovation Types*, in Brockhoff K., Chakrabarti A., Hauschild J. (eds.), *The Dynamics of Innovation*, Springer, Berlin

cicli sempre più rapidi¹²⁸ e la loro capacità di aumentare il volume di fondo della produzione rapida è cruciale per il loro successo (Pisano 1997¹²⁹). Con i cicli di vita dei prodotti sempre più brevi diventa ancora più essenziale ampliare rapidamente il processo di produzione per la capacità commerciale in modo da generare ricavi delle vendite e recuperare gli investimenti di sviluppo.

L'innovazione è il punto focale della strategia di business di qualsiasi azienda industriale. Le aziende industriali sono sistemi complessi e dinamici che mostrano numerose interazioni con il loro ambiente. La gestione della adozione di innovazioni di successo in questo tipo di società è un incarico complesso e difficile, che deve tener conto di un gran numero di fattori interni ed esterni.

Per le imprese industriali il sistema delle innovazioni di prodotto e in particolare le innovazioni dei relativi processi sono essenziali. Per questioni tecnologiche vi è una stretta relazione tra prodotti tecnici e processi attuati per generare questi prodotti. Lo sviluppo di strategie di gestione dell'innovazione deve tenere conto delle interazioni alla base del prodotto-processo. I cambiamenti nel sistema di prodotto hanno conseguenze significative per il sistema di produzione dell'azienda e per i processi tecnici e amministrativi (Utterback e Abernathy 1975¹³⁰; Hayes, Wheelwright 1979¹³¹; Kim et al. 1992¹³²).

La tenuta del rapporto tra le caratteristiche del prodotto e di processo varia a seconda del settore industriale. Nelle industrie di processo come l'industria chimica, farmaceutica e biotecnologie ("ProcessDriven", "ProcessEnabling", Pisano 1997¹³³) esiste una straordinaria stretta relazione tra prodotti e processi di produzione. Per la gestione dell'innovazione nelle imprese manifatturiere è

¹²⁸L'obsolescenza tecnologica è un fenomeno che insorge nel momento in cui un sistema presenta un ciclo di vita più lungo di quello dei componenti, in esso contenuti, e ciò fa sì che il pezzo di ricambio diventi, in un dato istante della vita del sistema, non più reperibile sul mercato.

¹²⁹Pisano G.P., 1997, *The Development Factory: Unlocking the Potential of Process Innovation*, HBS Press, Boston, Mass.

¹³⁰Utterback J.M., Abernathy W.J., 1975, *A Dynamic Model of Process and Product Innovation*, Omega, The Int. J. of Mgmt Sci., Vol. 3, No. 6, pp. 639–656.

¹³¹ Hayes R.H., Wheelwright S.C., 1979, *Link Manufacturing Process and Product Life Cycles*, *Harvard Business Review*, Jan.-Feb. 1979, pp. 133–140.

Hayes R.H., Wheelwright S.C., 1979, *The Dynamics of Process-Product Life Cycles*, *Harvard Business Review*, Mar.-Apr. 1979, pp. 127–136.

¹³²Kim J.S., Ritzman L.P., Benton W.C., Snyder D.L., 1992, *Linking Product Planning and Process Design Decisions*, *Decision Sciences*, Vol. 23, pp. 44–60.

¹³³Pisano G.P., 1997, *The Development Factory: Unlocking the Potential of Process Innovation*, HBS Press, Boston, Mass.

richiesto di elaborare e attuare strategie integrate di innovazione e di produzione. Un miglioramento delle prestazioni delle imprese manifatturiere si può ottenere da un legame più stretto tra prodotto e processo (Kim et al. 1992¹³⁴). La gestione della connessione prodotto-processo è stata considerata da molti una delle principali sfide del secolo scorso (Ettlie 1995¹³⁵).

Per uno sviluppo di strategie integrate a livello di innovazione e produzione, appare utile considerare la stretta interazione prodotto-processo per capire e gestire le interdipendenze delle caratteristiche del prodotto e dei relativi processi di produzione.

2.2. L'innovazione del prodotto

Si considera comunemente l'innovazione come sinonimo di "novità". Una corretta definizione di innovazione declinata in ambito economico-manageriale è quella riportata nell'enciclopedia Treccani, che definisce l'innovazione come "Fase conclusiva e fondamentale del processo di crescita economica e tecnologica dell'impresa avviato da invenzioni o scoperte. Le modalità con le quali si presenta l'innovazione sono varie: nuovo prodotto, nuovo processo produttivo, nuove forme di organizzazione industriale e finanziaria, nuovo mercato di sbocco, nuove materie prime o semilavorati. In quanto variabile economica esogena, l'innovazione non è subordinata all'andamento dell'economia ma, seguendo il proprio sviluppo, può diventare fattore trainante in grado di garantire un extraprofitto all'imprenditore-innovatore. Per l'economista J.A. Schumpeter, che ha dedicato particolare attenzione alla definizione della nozione di innovazione, costituisce il principale fattore dello sviluppo economico"¹³⁶.

A livello di gestione manageriale è utile conoscere la distinzione tra novità e innovazione. Per capire meglio la distinzione, si fa generalmente riferimento a due fattori di discriminazione: la messa in commercio e il miglioramento effettivo apportato dall'innovazione stessa.

Un prodotto è innovativo se è commercializzato, quindi messo sul mercato. Di conseguenza un nuovo prodotto che resta nella fase prototipale costituisce sicuramente un'invenzione ma non un'innovazione. L'innovazione ha luogo

¹³⁴Kim J.S., Ritzman L.P., Benton W.C., Snyder D.L., 1992, Linking Product Planning and Process Design Decisions, *Decision Sciences*, Vol. 23, pp. 44–60.

¹³⁵Ettlie, J.E., 1995, Product-Process Development Integration in Manufacturing, *Management Science*, Vol. 41, No. 7, pp. 1224–1237.

¹³⁶Rif. <http://www.treccani.it/enciclopedia/innovazione/>

nel momento in cui il prodotto viene lanciato sul mercato per la vendita (Freeman, 1974)¹³⁷.

In secondo luogo la novità deve apportare un miglioramento. Non deve essere soddisfatta semplicemente la sola condizione di novità perché si parli di innovazione. Innovare significa dunque migliorare le prestazioni e proporre prodotti/servizi che più sono più vicini ai bisogni socio-culturali e cognitivi dell'acquirente.

Possono esserci diverse classificazioni di innovazione a seconda del contesto di riferimento entro cui avvengono. Con questo primo criterio, si distinguono essenzialmente le innovazioni per il mercato e le innovazioni per le imprese. Della prima tipologia fanno parte innovazioni che possono essere definite radicali, ossia beni e servizi mai offerti fino a quel momento da nessuna azienda. Rientrano in questa tipologia anche quelle innovazioni che hanno provenienza da altri mercati geografici/merceologici e che rappresentano una novità per l'azienda che la introduce. Questo tipo di innovazioni caratterizza maggiormente il settore dei servizi, che molto spesso è influenzato da un forte grado di territorialità. Mentre della seconda tipologia fanno parte le novità introdotte da una determinata azienda, che possono trovarsi già in commercio da altre aziende competitors.

Un secondo criterio fondamentale che genera altre classificazioni è quello che riguarda la profondità del miglioramento introdotto. Si tende a questo proposito a parlare di innovazione radicale o incrementale a seconda che il miglioramento sia rilevante o marginale¹³⁸. Più precisamente, per distinguere i due tipi di innovazione, è opportuno fare riferimento alla Figura 1, in cui è

¹³⁷ Freeman C., 1974, *The Economics of Industrial Innovation*, Harmondsworth: Penguin Books.

¹³⁸ È opportuno evidenziare come in letteratura esistano numerose definizioni che differenziano i gradi di profondità dell'innovazione. Invece che di innovazione radicale potremo sentire parlare di innovazioni disruptive, competencedestroying, breakthrough, discontinue o architetturali (su quest'ultima torneremo nel seguito). Non ci soffermeremo su queste definizioni, che assumono una diversa sfumatura in relazione alla particolare prospettiva adottata dallo studioso, e adotteremo il termine più diffuso nel linguaggio manageriale italiano, ovvero quello di innovazione radicale. Per ulteriori riferimenti si rimanda a: Abernathy W, and Clark K., "Innovation: Mapping the winds of creative destruction", *Research Policy*, Vol.14, 1985; Clark K., "The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution" *Research Policy*, Vol.14, 1985; Tushman M. and Anderson P., "Technological Discontinuities and Organizational Environment", *Administrative science Quarterly*, vol. 31, 1986; Henderson R. and Clark K., "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, 1990. A. De Maio, A. Bellucci, M. Corso e R. Verganti, *Gestire l'innovazione e innovare la gestione*, ETAS, Milano, 1994; Christensen C., and Rosembloom R., "Explaining the attacker's advantage: technological paradigms, organizational dynamics and the value network", *Research Policy*, Vol.24, 1995; R. Verganti, M. Calderini, P. Garrone, S. Palmieri, *L'impresa dell'innovazione. La gestione strategica della tecnologia nelle PMI*. IlSole24Ore, Milano, 2004.

illustrato il percorso evolutivo tipico di un qualsiasi sistema, per esempio una tecnologia o un processo.

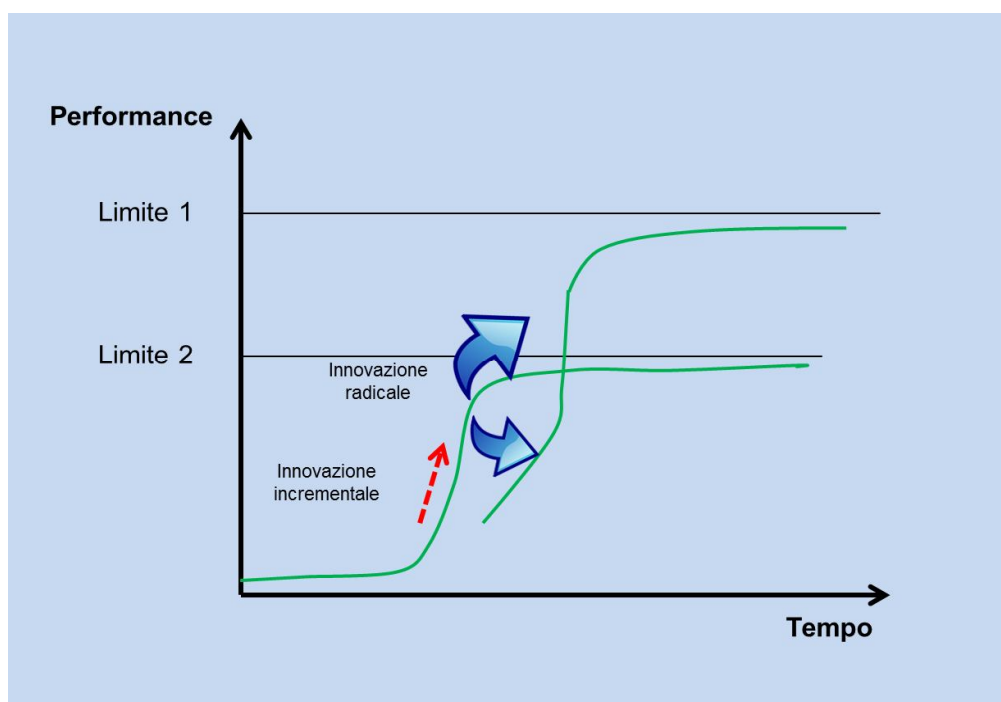


Figura 1 – Innovazione radicale vs innovazione incrementale

Questo grafico permette di individuare ed identificare i due tipi sopraindicati. Nel dettaglio, l'innovazione incrementale può essere definita come un miglioramento delle performance di un prodotto/servizio già esistente. L'innovazione radicale invece può essere definita come il passaggio su un nuovo sistema, su un output diverso rispetto a quello di partenza. In questo caso il miglioramento delle performance non può essere misurato in maniera immediata; sarà senza dubbio auspicabile ma può succedere che nella fase iniziale il cambiamento sia avvertito come peggiorativo. L'importante è che il nuovo prodotto/servizio presenti un potenziale di miglioramento più alto rispetto al peggioramento percepito. Esso infatti sarà alleviato con piccoli processi incrementali di miglioramento. Può succedere che l'innovazione radicale causi un cambiamento a livello di competenze; sarà quindi necessario svilupparne di nuove.

Se le considerazioni relative alla profondità dell'innovazione sono confrontate con le considerazioni che riguardano l'utilità e il senso del prodotto, allora sarà possibile circoscrivere delle situazioni interessanti per una riflessione più approfondita in materia.

Con riferimento all'utilità, l'innovazione funzionale/di prestazione può essere finalizzata al miglioramento incrementale delle performance attuali del prodotto (nel settore delle telecomunicazioni, ad esempio, si può considerare lo sviluppo di nuovi sistemi di codifica dei segnali digitali per migliorare la

capacità di trasmissione delle informazioni su cavo coassiale) o a cambiamenti significativi nelle performance delle funzioni svolte, tipicamente attraverso lo sviluppo di nuove tecnologie (ad esempio le fibre ottiche, quali nuovi cavi per la trasmissione, hanno aumentato notevolmente la capacità potenziale di trasmissione). Ancora più significativo appare il caso in cui sono introdotti nuovi criteri di misurazione della performance a seguito della progettazione di nuove funzioni (la possibilità di comunicare pur trovandosi in movimento, associata alla nascita delle comunicazioni via etere e della telefonia radiomobile). Specularmente, considerando il livello dell'innovazione che riguarda il senso dei prodotti, l'innovazione può essere associata a un semplice adattamento del prodotto all'evoluzione delle esigenze dei consumatori e dei valori dominanti di esso che caratterizzano dunque il mercato e la società coinvolti. Si fa riferimento, in tal caso, all'innovazione incrementale che si riscontra facilmente in settori caratterizzati da particolari specificità. Si riporta l'esempio dell'orologio Swatch; in questo caso la collezione viene riprogettata due volte ogni anno con una pura innovazione del linguaggio, per renderla adeguata ai nuovi temi che sono emersi nella stagione passata e che si prevede (o si scommette) emergeranno nella prossima stagione. Altro esempio è costituito dal Walkman della Sony. La casa produttrice ha programmato un lancio di circa una ventina di nuovi modelli all'anno, che essenzialmente si distinguevano gli uni dagli altri per caratteristiche esterne estetiche¹³⁹. In generale, questi casi di innovazione incrementale del significato sono spesso associati a cambiamenti essenzialmente estetici (di styling) del prodotto. Si possono però osservare anche innovazioni più sostanziali dei significati di un prodotto. Riprendendo il caso emblematico di Swatch, circa trent'anni fa, l'azienda ha lanciato un nuovo modello della propria gamma che esteticamente poteva essere considerata una rivisitazione dei modelli già esistenti ma che in realtà conteneva un'innovazione funzionale nel sistema interno. In realtà, l'innovazione tecnologica incrementale era associata anche ad un significato simbolico per far aumentare il senso di appartenenza tra il cliente e il brand.

Pertanto le innovazioni proposte in questa sede a titolo esemplificativo sono utili a comprendere il significato che un'azienda può attribuire ad un'innovazione. In questi due casi infatti, le innovazioni vanno oltre al loro significato palese, portando nuovi messaggi in termini di significato e di branding.

Considerando questi aspetti, possono essere identificati tre ulteriori tipi di innovazione¹⁴⁰:

¹³⁹ 3 Sanderson, M. e Uzumeri, M., "Managing Product Families: The Case of the Sony Walkman", *Research Policy*, Vol. 24, No. 5, pp.761-782,

¹⁴⁰ Questi concetti sono introdotti al fine di fornire un primo, estremamente pragmatico orientamento. È opportuno tuttavia evidenziare come essi (così come tutte le definizioni di fenomeni di base) siano estremamente controversi in letteratura. Da un lato, il dibattito che

1) *market pull*, ossia innovazioni che derivano da necessità del mercato oppure dall'interpretazione di bisogni (immediati) da parte di consumatori, utilizzatori e altri stakeholder. Questa tipologia di innovazione implica tipicamente dei miglioramenti apportati su prodotti già presenti sul mercato (raramente l'utilizzatore finale/cliente riesce a immaginare alternative che escono dalla propria esperienza di consumo per entrare nella sfera delle nuove possibilità tecnologiche o socio-culturali). Si tratta dunque di miglioramenti incrementali (non è corretto definirle innovazioni radicali) che possono concernere le performance del prodotto o l'adattamento a linguaggi e modelli socio-culturali esistenti;

- *technology push*, ossia innovazioni che derivano principalmente dall'esplorazione e investigazione di nuove possibilità tecnologiche; ad esse conseguono tipicamente, in caso di riconoscimento positivo del miglioramento, innovazioni a maggiore contenuto radicale sul piano tecnico;

- *design driven*, ossia innovazioni generate dall'esplorazione e interpretazione di trend nei modelli socio-culturali, e che tipicamente porta a innovazioni non richieste esplicitamente a priori dai clienti; queste innovazioni agiscono su bisogni ancora inespressi e su aspetti emozionali e simbolici. Si tratta di nuove visioni, di concetti e sensi radicalmente nuovi, proposti dalle imprese sulla base di una profonda analisi dell'evoluzione del contesto socio-culturale e dei linguaggi associati. Lo schema chiarisce come in realtà qualsiasi tipo di innovazione ha sia un contenuto tecnico sia un contenuto semantico, volta per volta prevalente.

È vero anche il contrario, ossia che il cambiamento sul piano delle tecnologie provochi un cambiamento a livello di messaggi e di linguaggio. Un esempio su tutti sono i prodotti d'arredamento in plastica realizzati da Kartell. Il senso di modernità che Kartell infonde ai suoi prodotti passa attraverso l'utilizzo dei materiali plastici (tecnologie a cui il fondatore dell'impresa, Giulio Castelli, si avvicina sin dai tempi della laurea conseguita al Politecnico di Milano con il professor Natta, premio Nobel per i suoi studi sui polimeri). In Kartell, a partire dagli anni sessanta, la plastica ha subito una reinterpretazione, tanto da essere considerata oggi un materiale pregiato. Si deduce facilmente il cambiamento radicale rispetto al passato, dove i modelli culturali dominanti vedevano affermarsi nel settore dell'arredamento altri materiali come legno, acciaio, marmo e vetro.

contrappone l'innovazione *technology push* a quella *market pull*, è annoso e contrastato. Per tale dibattito si rimanda alla sintesi e all'efficace approdo conclusivo contenuta nel noto articolo di Giovanni Dosi (Dosi G., "Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change", *Research Policy*, 1982, vol.11, n.3, pag.147-162.). Dall'altro lato, numerosi sono gli studi che propongono definizioni di design e di innovazione *design-driven*.

La classificazione dei diversi tipi di innovazione a seconda delle variabili considerate continua ancora. Altra tipologia è l'innovazione architeturale, un'innovazione che rimette in discussione la struttura basilare del prodotto e la relazione tra le sue parti, analizzata insieme all'innovazione dei componenti¹⁴¹. Numerosi studi hanno dimostrato come le performance di un prodotto siano collegate direttamente alla propria struttura, definita appunto architettura. Nonostante ciò, accade spesso che le società dedichino scarsa attenzione all'innovazione dell'architettura oppure apportano piccole incrementali. Il motivo di questa trascuratezza risiede nel fatto che, molto frequentemente, l'architettura è definita una tantum, al momento della nascita dell'impresa e di conseguenza non sono più dedicate risorse per il suo ripensamento o la sua innovazione, se non per piccoli miglioramenti. In realtà riprogettare l'architettura del prodotto, soprattutto se si considerano prodotti i cui volumi di produzione sono elevati e ripetitivi, è veramente complesso. Da un lato sono spesso richiesti investimenti considerevoli, in quanto a una determinata architettura di prodotto corrisponde una configurazione (architettura) del processo produttivo. Innovare l'architettura di un prodotto può comportare dunque una modifica sostanziale degli impianti produttivi, con grandi investimenti da parte dell'impresa coinvolta. Allo stesso tempo le imprese e i settori, nella fase di maturità del loro ciclo di vita, tendono a cristallizzarsi attorno a specifiche architetture di prodotto. Le competenze e le configurazioni organizzative delle imprese così rispecchiano l'architettura del prodotto stesso.

Si pensi alla divisione applicazioni di Microsoft a fine anni '80, la quale era organizzata attorno a tre linee di prodotto: word, excel e powerpoint. L'impresa ha cercato per anni di promuovere un'architettura delle proprie applicazioni che fosse basata su una piattaforma comune, con minime specificazioni sui singoli prodotti (quella che oggi si chiama Office). Il tentativo ha per lungo tempo prodotto scarsi risultati, finché a metà anni '90 l'impresa ha modificato il proprio assetto organizzativo, creando una vero e proprio reparto "Office" dedicato alla definizione della piattaforma comune, insieme ad alcuni team dedicati alle personalizzazioni applicative. Rapidamente, avendo cambiato l'organizzazione, l'architettura di Office è stata percepita in modo diverso, ossia basata su una condivisione di piattaforme e non più un semplice impacchettamento di tre applicazioni diverse su uno stesso CD come in passato. Da questo si può facilmente dedurre che innovare l'architettura richiede di innovare l'organizzazione o anche le reti di imprese e stakeholder tra loro in interazione.

¹⁴¹ Anche in questo caso è possibile introdurre sotto-categorie più complesse, incrociando le definizioni di innovazione incrementale e radicale con i concetti di innovazione architeturale e componentistica. Si rimanda a questo proposito a Henderson R. e Clark K., "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, 1990.

Nonostante queste complessità (e spesso proprio per queste), rimane il fatto che il maggiore vantaggio competitivo è conseguito proprio da chi riesce a cogliere la sfida di innovare l'architettura, e, viceversa, le imprese che rimangono a lungo fedeli ad un'architettura di prodotto, sono le più lente a reagire ai cambiamenti tecnologici e sono spesso destinate a scomparire letteralmente da settori e mercati.

L'innovazione è un argomento molto delicato e complesso nella gestione da parte delle imprese e lo diventa ancora di più se viene considerata come spostamento di trade-off. L'innovazione infatti riguarda l'impresa e il suo interno ma non va assolutamente trascurato il fatto che il prodotto si rivolga a diversi stakeholder, ognuno con diversi parametri di valutazione. Il concetto di innovazione come "miglioramento di prestazioni" precedentemente introdotto in modo semplificato (supponendo cioè che esista un cliente che valuta il prodotto sulla base di una sola prestazione) deve quindi essere necessariamente affinato per tener conto di una realtà che in effetti non è monodimensionale.

Bisogna considerare ad esempio che ogni utilizzatore valuta il prodotto secondo un ventaglio di performance, che non sono sempre considerato allo stesso modo da utilizzatori diversi (ad esempio, considerando l'automobile, gli utilizzatori valuteranno la sua velocità, sicurezza, spaziosità, comfort e prezzo). Migliorare un elemento della performance può significare comprometterne un altro. Queste prestazioni sono in altre parole in trade-off tra loro. Innovare allora significa migliorare il trade-off tra due o più prestazioni, trovare nuove soluzioni che superano i vincoli esistenti e creano nuovi confini prestazionali congiunti (ad esempio un'automobile con una scocca in un materiale più leggero che garantisce maggiore velocità ma allo stesso tempo più resistenza agli urti). E l'azione innovatrice è tanto più efficace quanto più agisce sulle prestazioni più importanti per l'utilizzatore target.

Un'altra utile e necessaria considerazione da fare è che ogni prodotto ha più stakeholder, ognuno dei quali ha il proprio ventaglio di prestazioni. Innovare quindi significa considerare l'insieme complessivo e pluridimensionale delle prestazioni dei diversi stakeholder del prodotto e produrre uno spostamento del trade-off tra queste prestazioni, ossia si può da un alto produrre contemporaneamente un miglioramento di tutte le prestazioni di tutti gli stakeholder (soluzione ideale ma raramente attuabile), dall'altro lato, produrre un miglioramento significativo delle prestazioni primarie e degli stakeholder più rilevanti, senza compromettere eccessivamente le prestazioni secondarie e degli stakeholder meno rilevanti. Da queste affermazioni si capisce dunque come innovare non è solo un problema di saper trovare nuove soluzioni, ma anche saper identificare il portafoglio degli stakeholder, le prestazioni con cui valutano un prodotto, e il loro peso. Non esisterà mai quindi un'innovazione assoluta, ma sempre relativa al bilanciamento tra tali operazioni sulle prestazioni. Peraltro le prestazioni e l'importanza ad essa attribuita dagli stakeholder sono determinate dal contesto socio-culturale. Ciò che può apparire un'innovazione oggi o in un determinato contesto geografico e sociale,

potrebbe non esserlo in un altro momento o in un altro contesto geografico e sociale. Questa conclusione è ancora più evidente se la riflessione sopra sviluppata è applicata al piano semantico del prodotto invece che a quello tecnico.

Oltre al valore puramente tecnico dell'innovazione, non si può non considerare il suo valore strategico per l'organizzazione che ne è coinvolta. Innovare prodotti e processi è molto importante per lo sviluppo delle imprese anche se questa crea delle nuove sfide che l'azienda deve necessariamente gestire.

Il prodotto è la principale interfaccia dell'impresa con il mercato, pertanto è evidente come la sua innovazione sia una delle principali fonti di creazione di valore economico per un'impresa¹⁴². In particolare l'innovazione di prodotto agisce significativamente su entrambi i fattori del valore economico. Da un lato, essa contribuisce alla creazione di profitti derivanti dalla vendita del prodotto; poiché innovare significa migliorare le prestazioni rispetto a prodotti concorrenti o sostitutivi, le performance interessate possono essere relative al costo di produzione del prodotto o alla sua qualità (dove per qualità intendiamo qui tutte le prestazioni valutate dal cliente tranne il suo prezzo). Tale miglioramento comporta¹⁴³: o maggiori volumi di vendita o e/o maggiori margini, per svariati motivi. Innanzitutto, se l'innovazione mira a migliorare le prestazioni di qualità (a parità di costo di produzione), il cliente attribuisce un valore, e quindi un prezzo, superiore; inoltre, se l'innovazione mira a ridurre i

¹⁴² Per approfondimenti sul concetto di “valore economico d'impresa” si veda Azzone G., *Innovare il sistema di controllo di gestione*, Etaslibri, Milano, 1994. Uno studio approfondito ed esteso sulle modalità con cui le imprese misurano il successo dell'innovazione di prodotto è stato condotto nell'ambito della Product Development Management Association da Griffin e Page (Griffin, A., and Page A.L. “An Interim Report on Measuring Product Development Success and Failure”. *Journal of Product Innovation Management*, 10: 291-308 (1993); Griffin, A., and Page A.L. “PDMA Success Measurement Project: Recommended Measures for Product Development Success and Failure”. *Journal of Product Innovation Management*, 13: 478-496, (1996).

¹⁴³ È opportuno specificare che il miglioramento “tecnico” delle prestazioni non garantisce di per sé il conseguimento dei profitti. Non sempre il puro inventore e innovatore è infatti colui che si appropria dei maggiori profitti. Può capitare per esempio che i principali benefici siano a favore degli imitatori. Su questi aspetti si rimanda per esempio a Teece (D.J. Teece, “Profiting from technological innovation: Implications for integration collaboration, licensing and public policy”, *Research Policy*, 15, 1986, pp. 285-305., e al volume due di questa collana. In questo ambito noi faremo riferimento al concetto di innovazione precedentemente introdotto, che non si limita alla pura invenzione, ma alla gestione complessiva del processo di invenzione, progettazione, lancio sul mercato, appropriazione dei benefici.

costi di produzione (a parità di qualità offerta), l'impresa riesce ad offrire un prodotto con stesso valore (e quindi stesso prezzo) rispetto ai concorrenti, ma ottenuto a costi inferiori.

L'innovazione contribuisce anche alla creazione di asset strategici, cioè fonti di profitto al di là delle vendite derivanti dal ciclo di vita del prodotto stesso, e che possono essere ottenuti prevalentemente nel lungo termine (ma anche nel breve termine) dalla vendita di altri prodotti. In particolare è opportuno ricordare che i prodotti innovativi di successo sono la principale fonte di reputazione per un'impresa e quindi il principale percorso per creare un brand forte; non va trascurato, altresì, che l'innovazione del prodotto richiede il raffinamento delle competenze esistenti o anche la creazione di nuove. Tali competenze non sono solo un input al processo innovativo, ma anche un output. Saranno competenze utili per futuri progetti. I processi di innovazione sono quindi uno dei principali strumenti per la creazione di competenze.

Si noti che la teoria del valore economico d'impresa aiuta anche a spiegare per quale motivo i profitti di breve e lungo termine dell'innovazione di prodotto non dipendano solo dal miglioramento delle prestazioni per il cliente, ma anche, più in generale, per tutti gli stakeholder. Infatti, l'insoddisfazione di uno stakeholder (per esempio nel caso di un prodotto difficile da smaltire) può avere riflessi negativi sui profitti, e in particolare valore per il cliente (che deve sostenere costi superiori per smaltire il prodotto) o costo di produzione (se i costi di smaltimento sono sostenuti dall'impresa produttrice stessa) oppure sugli asset strategici, e in particolare sulla brand (company) reputation (che si presenta come impresa inquinante, con evidenti impatti negativi sul brand).

Le dinamiche con cui l'innovazione genera valore economico possono essere descritte e circoscritte secondo due situazioni/contesti tipo. Il primo ad essere considerato in questa sede è il caso in cui l'impresa operi in condizioni di oligopolio, esiste cioè un certo numero di concorrenti che offrono prodotti analoghi, e tra i quali il cliente si trova a scegliere. Un secondo caso da considerare è la situazione in cui l'impresa opera in condizioni di monopolio, in quanto unica ad offrire un certo prodotto o in quanto collocata in una nicchia estremamente ristretta del mercato, nella quale di fatto non esistono concorrenti diretti.

Fare innovazione di prodotto è fondamentale per poter competere. L'innovazione di prodotto permette infatti di conseguire vantaggi competitivi rispetto ai concorrenti. L'esempio di tali vantaggi è senza dubbio la creazione di un monopolio temporaneo. L'impresa che ha innovato può cioè presentare al mercato un prodotto con caratteristiche uniche, almeno finché non sarà imitata (se lo sarà). In questo periodo di supremazia nel mercato, l'impresa potrà giovare degli extra-profitti tipici delle condizioni di monopolio, garantendosi maggiori volumi e/o maggiori margini (secondo le modalità sopra evidenziate). Un'altra situazione favorevole derivante dall'innovazione è il godimento di vantaggi permanenti anche al termine del monopolio iniziale, grazie alla

creazione di forme di reputazione (l'immagine di primo innovatore, in altri termini, permette di accrescere i margini), allo sfruttamento di economie di apprendimento (la produzione a costi inferiori grazie al fatto che l'impresa innovatrice opera sul nuovo prodotto da un tempo superiore rispetto alla concorrenza), alla definizione di standard e alla conseguente fidelizzazione dei clienti (che non abbandonano l'impresa innovatrice, anche quando emergono i primi imitatori, in quanto adottare prodotti di questi ultimi comporta spesso per il cliente un costo di cambiamento), il controllo di canali di distribuzione o di risorse in ingresso (in quanto, nei casi in cui tali risorse in ingresso sono scarse, il primo innovatore riesce spesso a garantirsi contratti di esclusiva o ad acquisire condizioni di accesso più favorevoli rispetto a chi insegue). Anche la possibilità di determinare i modi della competizione, le "regole del gioco" (chi imita è costretto infatti a competere sul campo scelto dagli altri, a inseguire, spesso passivamente e con continue sterzate tra loro incoerenti, le mosse degli innovatori) è un vantaggio in termini di management per l'impresa innovatrice. Infine, si pensi alla possibilità di godere di profitti stabili e non legati alle estemporaneità del mercato e della competizione per meglio comprendere la portata economica di un'innovazione per l'economia dell'azienda.

Altra situazione tipo che si vuole considerata è quella del monopolio. Per descriverla al meglio, bisogna soffermarsi a capire quale sia l'incentivo ad innovare che un'impresa che opera in condizioni di monopolio può avere per capire anche se l'organizzazione stessa è sensibile o meno ai benefici derivanti dall'innovazione che sono stati descritti prima. Si tratta di un quesito rilevante nella misura in cui molte imprese italiane, soprattutto di piccola e media dimensione, operano in piccole nicchie di mercato, spesso protette dalla competizione diretta, e che si configurano in sostanza come un monopolio (sebbene non regolamentato e quindi meno protetto).

Anche in questo caso tuttavia l'innovazione di prodotto è centrale. Essa innanzitutto permette di creare ulteriori differenziali di prodotto rispetto a concorrenti potenziali, che potrebbero essere attratti dalla nicchia di mercato. L'innovazione di prodotto è in altre parole uno strumento indispensabile per mantenere elevate e rafforzare ulteriormente le barriere all'entrata. In secondo luogo permette di aprire nuove opzioni di ingresso in nuovi mercati. Raramente una nicchia di mercato rimane profittevole a lungo. L'impresa che non innova rischia di trovarsi alle sponde di un torrente arido e non più fruttifero.

L'innovazione, spesso, è necessaria per alimentare il mercato, per esempio attraverso vendite per sostituzione. Questo è uno dei principali driver di innovazione per Microsoft, che ha in se stessa (o meglio nel proprio parco prodotti diffusi nel mercato) il principale concorrente.

Per completare il quadro sull'importanza dell'innovazione per le imprese e per il mercato vanno considerati gli aspetti socioculturali dell'innovazioni e i loro effetti sul mercato. L'innovazione è parte della storia dell'uomo, nonché motore di sviluppo sociale. Trattando di innovazione non si può non richiamare

l'attenzione su questo punto importante. L'innovazione non serve solo all'impresa che la fa, ma anche e soprattutto alla società che la riceve e la elabora ulteriormente. E nel pensare l'innovazione questo concetto va tenuto ben presente.

L'innovazione cambia i destini di un'impresa, ma cambia anche il mondo. Chi fa innovazione è co-responsabile di questi cambiamenti. Rinunciare all'innovazione o produrre una cattiva innovazione lascia che importanti esigenze individuali restino insoddisfatte, condanna alla modestia qualitativa le aziende utilizzatrici e blocca un percorso di sviluppo che coinvolge l'intero sistema economico. Più in generale, può generare inaridimento e degrado socio-culturale, può danneggiare l'ambiente, può mettere in pericolo, anche fisicamente, l'utilizzatore del prodotto e chi lavora nei processi. Ma se ben pensata e realizzata, l'innovazione è un'importante carta che l'impresa ha per produrre benessere nella società, per creare e soddisfare desideri, per migliorare l'equilibrio ambientale, per elevare l'uomo e il suo pensiero.

2.3. PMI e gestione dell'innovazione

Le piccole e medie imprese contribuiscono notevolmente al sistema di innovazione mondiale con l'introduzione di nuovi prodotti o con l'adattamento di prodotti esistenti a nuove esigenze dei clienti. Le piccole imprese rappresentano un elevato tasso di innovazione di nuovi prodotti dato il loro basso costo Ricerca & Sviluppo (Acs e Audretsch, 1990¹⁴⁴).

Un certo numero di studi empirici in materia di R & S nelle grandi aziende mostrano che esse sono molto più interessate ai processi di R&S, dati più recenti suggeriscono che le PMI svolgono un ruolo importante nelle attività di R & S. Gli investimenti in attività innovative sembra essere in aumento nelle PMI. La National Science Foundation (1999) ha mostrato che la spesa totale per la R & S industriale da parte delle PMI è aumentato di quasi il tre volte tra il 1985 e il 1995 negli Stati Uniti, mentre nelle imprese più grandi, l'aumento è stato solo circa il 20%. I dati dimostrano anche che la propensione al brevetto, considerata una misura della produzione di nuove conoscenze tecnologiche, tende ad aumentare al diminuire della grandezza dell'impresa. Bound et Al (1984¹⁴⁵) hanno esaminato 2852 società statunitensi e 4553 entità che si occupano di deposito di brevetti, e hanno stabilito che le piccole imprese (con meno di 10 milioni di dollari di vendite) rappresentavano il 4,3% delle vendite di tutto il campione, ma il 5,7% dei brevetti.

¹⁴⁴ Acs, Zoltane David B. Audretsch, 1990, *Innovation and Small Firms*, Cambridge, MA: MIT Press.

¹⁴⁵ Bound J. et al., "Who Does R&D and Who Patents?" *R&D, Patents and Productivity*, Chicago: Univeristy of Chicago Press, (1984), pp. 21-54.

Allo stesso modo, uno studio tedesco (Schwalbach e Zimmermann, 1991¹⁴⁶) ha rilevato che la propensione a brevettare è più per le PMI che per le grandi imprese in Germania.

Un certo numero di studi a partire dal 1980 hanno cercato di misurare direttamente i risultati innovativi, spesso mediante la compilazione di elenchi di innovazioni significative utilizzando valutazioni esterne, la letteratura e le opinioni aziendali circa importanti cambiamenti nei prodotti e nei processi industriali (Gellman Research Associates 1976 e 1982; Rothwell 1989¹⁴⁷; Audretsch 1995¹⁴⁸; Brouwer e Kleinknecht 1996¹⁴⁹). È emerso che la scelta di utilizzare tali misure dirette per le attività innovative sia favorita maggiormente nelle PMI rispetto alle imprese più grandi. Ad esempio, il data base di Gellman (1976, 1982) identifica le PMI il principale contributore dell'innovazione. Altri studi che identificano diversi tipi per la misurazione dei risultati hanno confermato in linea generale questi risultati per i Paesi non appartenenti agli Stati Uniti. I vantaggi che conseguono all'essere innovatori nelle PMI rispetto alle grandi aziende variano sistematicamente tra le varie industrie manifatturiere. Ad esempio, Audretsch (1995)¹⁵⁰ ha dimostrato che le PMI contribuiscono maggiormente all'attività innovativa nelle tecniche del calcolo elettronico e degli strumenti di controllo dei processi, mentre le grandi aziende contribuiscono di più nel settore farmaceutico e aerei. Le differenze tra i tassi di innovazione delle grandi imprese e delle PMI in genere possono essere spiegate tenendo conto di determinate variabili: il grado di intensità di capitale, la misura in cui un settore si concentra, l'importo totale delle attività innovative nel settore, la misura in cui un settore è composto da grandi imprese. In particolare, le grandi aziende tendono avere un vantaggio nei settori che sono alta intensità di capitale, di pubblicità, concentrati e altamente sindacalizzati. Al contrario, le PMI hanno il sopravvento come contributori di innovazione in settori altamente innovativi e prevalentemente compresi in grandi società. La consapevolezza che le PMI svolgono un ruolo attivo nell'innovazione ha portato ad una serie di approfondimenti sui meccanismi attraverso i quali le

¹⁴⁶Schwalbach e Joachim, 1991, "Small Business in German Manufacturing," *Small Business Economics*, Vol. 1(2), pp. 129-136.

¹⁴⁷Rothwell R., 1989, *The strategic management of re-innovation*, in R&D Management, Vol. 19, Issue 2, pp.147-160

¹⁴⁸Audretsch David B., 1995, *Innovation and Industry Evolution*, Cambridge, MA: MIT Press. e Audretsch, David B., 1998, "Agglomeration and the Location of Innovative Activity," *Oxford Review of Economic Policy*, 14(2), 18-29.

¹⁴⁹Brouwer E. e Kleinknecht A., 1996, *Determinant so innovation and diffusion*. Kleinknecht, A. (ed.). MacMillan Press, p. 99-124

¹⁵⁰Audretsch David B., 1995, *Innovation and Industry Evolution*, Cambridge, MA: MIT Press.

PMI migliorano e introducono nuovi prodotti e servizi. Rothwell (1989)¹⁵¹ suggerisce che le piccole imprese possono avere un vantaggio innovativo a causa di differenze nelle strutture di gestione.

Allo stesso modo, Scherer (1991) sostiene che la burocrazia delle grandi imprese non sia favorevole alle attività rischiose di R&S, di conseguenza le decisioni devono sopravvivere a diversi livelli di organizzazione di resistenza, dove una certa avversione ha come risultato il rischio di un pregiudizio contro la possibilità di intraprendere nuovi progetti. In una PMI, la decisione di innovare è presa da un piccolo numero di persone. L'attività innovativa fiorisce anche in ambienti liberi da vincoli burocratici (Link e Bozeman, 1991)¹⁵². Un certo numero di piccole e medie imprese hanno infatti ricavato dei benefici dall'esodo di ricercatori contrastati dai vincoli gestionali delle imprese di maggiori dimensioni. Infine, le imprese più grandi tendono anche a promuovere i ricercatori di successo a posizioni dirigenziali, mentre le PMI possono effettuare attività di innovazione al centro della loro strategia competitiva (Scherer, 1991). Sempre Scherer ha riassunto i vantaggi che le PMI possono ricevere dalle attività innovative: "Le imprese più piccole danno il loro impressionante contributo all'innovazione a causa dei diversi vantaggi che possiedono rispetto alle imprese di grandi dimensioni. Un punto di forza importante è che la loro organizzazione è meno burocratica di organizzazioni più strutturate. In secondo luogo, e qualcosa che viene spesso trascurato, molti progressi nella tecnologia si accumulano su una molteplicità di invenzioni dettagliate riguardanti i singoli componenti, materiali e tecniche di fabbricazione. Le possibilità commerciali di avanzamenti così stretti, e dettagliati sono spesso troppo modesti per le società potenzialmente interessate. Le energie di un imprenditore confluiranno verso un nuovo prodotto o processo con prospettive di vendita di milioni di dollari l'anno, mentre poche grandi aziende possono lavorare con grande intensità su progetti a basso potenziale, né possono ospitare con facilità piccole imprese nelle loro strutture organizzative. In terzo luogo, è più facile sostenere un piccolo slancio di entusiasmo in una piccola organizzazione, dove le connessioni tra sfide, il personale e potenziali ricompense sono stretti".

Ciò nonostante, le PMI sono sempre una rosa molto eterogenea di imprese, e possono includere tutto dal parrucchiere dell'angolo e droghiere alle imprese ad alto contenuto tecnologico. In alcuni settori la maggior parte delle innovazioni - siano esse nuovi prodotti o processi- sono introdotte da nuovi attori o start-up che sfidano le quote di mercato degli operatori storici (e, occasionalmente, spostano interamente gli operatori storici). Ma in molti altri settori, le PMI contribuiscono al processo innovativo in un modo molto

¹⁵¹Rothwell R., 1989, *The strategic management of re-innovation*, in R&D Management, Vol. 19, Issue 2, pp.147-160

¹⁵²Link A. e Bozeman B., 1991, Innovative behavior in small-sized firms. *Small Business Economic*, Vol. 3, pp. 179-184.

diverso. Basandosi su un minimo di attività R&S interna, alcune piccole e medie imprese sono in grado di creare prodotti innovativi utilizzando spunti non provenienti dalla R&S. Di conseguenza, mentre alcune piccole e medie imprese nei settori ad alta tecnologia possono fare un uso intensivo della conoscenza basata sulla scienza e la tecnologia di cui sono sviluppatori attivi, la maggior parte delle piccole e medie imprese operano in ambienti caratterizzati da tecnologia e innovazione medio-bassa senza l'utilizzo di spunti formali dall'R&S.

Ciò è coerente con le teorie economiche di innovazione e cambiamento tecnologico in cui gli input per il processo innovativo si intendono eterogenei e non limitati agli investimenti diretti in R&S. In un approccio più sistematico alla comprensione dell'innovazione nelle piccole e medie imprese, l'indagine comunitaria sull'innovazione europea (CSI) distingue tra innovazione basata sulla R&S e innovazione non basata sulla R&S. Il CIS ha dimostrato che il modello di innovazione nelle piccole e medie imprese è basato principalmente su investimenti effettuati non in R&S. Solo al crescere della dimensione dell'impresa cresce l'importanza degli investimenti in R&S per l'innovazione. Per le PMI, gli slanci all'innovazione non provenienti dalla R&S sono più importanti e si distinguono tra beni strumentali o innovazioni incluse negli spunti e innovazione di design. Nelle innovazioni che provengono dai beni strumentali le imprese acquisiscono nuove tecnologie di processo o prodotti intermedi che consentano loro di beneficiare delle innovazioni sviluppate altrove. L'innovazione di design, d'altra parte, si riferisce a miglioramenti incrementali nei prodotti che non cambiano radicalmente la loro funzione o base tecnologica, ma consentono alle imprese di meglio soddisfare le esigenze dei clienti. Il ruolo di innovazione del design per le PMI deve essere sottolineato. Il design è solo una piccola parte del ciclo completo di ricerca e sviluppo e non richiede necessariamente l'accesso alle conoscenze scientifiche e tecnologiche di ingegneria avanzata. Tuttavia, il design è un'attività estremamente ricca di inventività e creatività, che apre grandi opportunità per migliorare i prodotti.

Le spese tradizionali di R&S in gran parte sottovalutano le sottigliezze di un design innovativo che richiedono una profonda comprensione della funzione del prodotto in relazione alle esigenze del cliente; una forte padronanza di tutte le interdipendenze tecniche ai componenti del prodotto; un chiaro apprezzamento di vincoli posti dal sistema di produzione. Si tratta di una capacità professionale altamente di sintesi e importante per molte piccole e medie imprese.

La Commissione europea (1994, 1998) e l'IRDAC (1988) hanno utilizzato indagini su vasta scala per caratterizzare l'innovazione nel totale delle PMI. Sulla base di queste indagini, le PMI possono essere approssimativamente suddivise in tre gruppi, ossia: gli sviluppatori di tecnologie, che costituiscono solo l'1-3% della popolazione totale delle PMI; i principali utenti della

tecnologia (di capacità di vario genere in termini di R&S¹⁵³), che sono il 10-15% delle PMI, i seguaci della tecnologia, per un totale tra il 80-85% della popolazione.

Gli sviluppatori di tecnologia comprendono due gruppi principali delle PMI: da un lato le PMI ad alto contenuto tecnologico, imprese con tassi di crescita e di ricerca potenzialmente elevati orientate alla consulenza che comprendono servizi di ingegneria, consulenti di tecnologia e, dall'altra parte, i centri di ricerca e Sviluppo. Le società in via di sviluppo tecnologico tendono ad essere piccole e giovani. Gli utenti principali della tecnologia comprendono due sottogruppi principali: quelle con una capacità sufficiente di R&S per l'esecuzione di progetti di R&S in autonomia e quelle in cui la stessa capacità è insufficiente.

I seguaci della tecnologia rappresentano il 80-85% della totalità delle PMI, ma, secondo un sondaggio olandese che ha approfondito ulteriormente il tema dell'implementazione nelle PMI di IT, dinamiche organizzative, strategia, e introduzione di nuovi prodotti, possono essere ulteriormente suddivisi in potenziali innovatori (che sono circa il 40% della popolazione) e i non innovatori (40-45%). I seguaci della tecnologia che sono i potenziali innovatori presentano una serie di caratteristiche. I sostenitori della tecnologia tendono ad assumere lavoratori con un'istruzione superiore (diploma di laurea o equivalente), hanno introdotto almeno un nuovo prodotto in media dalla loro creazione, si preoccupano della soddisfazione del cliente e riconoscono il valore della ricerca di mercato, sono disposti a collaborare con altre aziende, ricevono raramente sussidi, raramente possiedono dei brevetti. Al contrario, molte PMI non considerano l'innovazione come parte della loro strategia di business. Spesso usano processi di produzione vecchi; raramente lavorano con altre imprese; non hanno attività di sviluppo; e raramente presentano nuovi prodotti sul mercato. Le PMI sono quindi un gruppo grande e molto eterogeneo di imprese i cui investimenti e uso di innovazioni non possono essere caratterizzati in modo uniforme. Le PMI rientrano grosso modo in quattro sottogruppi. Meno del 20% di tutte le PMI - lo sviluppatore di tecnologia e

¹⁵³La distinzione tra i principali utenti della tecnologia con da quelli senza sufficienti capacità di R&S potrebbe avere bisogno di ulteriori spiegazioni. La definizione di capacità in termini di R&S si trova molto vicino a alla definizione di "capacità di assorbimento" di Cohen e Levinthal (1991), vale a dire avere una massa critica che garantisce la capacità di riconoscere e adottare tecnologie interessanti e inserirla in prodotti esistenti o nuovi prodotti, familiari alle aziende. Poiché questa massa critica è idiosincratICA dell'azienda, non esiste un modo semplice per segmentare la totalità delle PMI con e senza capacità di R&S a priori. Ciò non significa che la distinzione non sia utile. Gli istituti di politica della tecnologia potrebbero prendere in considerazione il fatto che alcuni dei loro principali potenziali clienti possano avere bisogno di aiuto nel riconoscere le nuove tecnologie perché non hanno la massa critica.

leader di gruppi di utenti della tecnologia - sono attori dell'innovazione. Oltre l'80% delle PMI sono seguaci della tecnologia, ma quasi la metà di queste hanno il potenziale per essere più innovative.

Tuttavia, ciascuno di questi sotto-gruppi di imprese ha esigenze molto diverse in termini di innovazione. Pertanto, qualsiasi discussione su come aumentare la capacità di innovazione delle PMI deve partire dalla comprensione che le politiche tecnologiche per le PMI devono essere mirate a diversi gruppi di utenti, hanno obiettivi diversi e utilizzano diversi approcci e strumenti. Tuttavia, nella maggior parte dei Paesi, i programmi di innovazione che sovvenzionano la R&S sono organizzati lungo domini tecnologici o settori diversi, piuttosto che mirati ai sotto-gruppi menzionati prima. Si presta una grande attenzione a livello di politica agli sviluppatori di tecnologia e un numero crescente di paesi ha introdotto programmi speciali per le PMI al fine di promuovere le start-up ad alta tecnologia. Solo un piccolo numero di Paesi, tuttavia, considera una netta distinzione tra i diversi tipi di piccole e medie imprese, o adatta le politiche alle PMI per contribuire a una vasta sezione trasversale di queste imprese di accesso e assorbono la conoscenza che potrebbe migliorare la loro capacità di innovazione. Senza dubbi, possiamo affermare che la politica del governo può fare molto di più per aiutare la maggior parte delle piccole e medie imprese a gestire la transizione verso un'economia basata sulla conoscenza globale.

2.4. Modularizzazione e modularità: concetti

Per introdurre i concetti di modularizzazione e modularità, appare utile citare una fonte autorevole quale l'enciclopedia Treccani, che fornisce un'ottima base per sviluppare successivamente considerazioni a riguardo.

“La modularizzazione di un sistema (complesso) consente di suddividerlo in diversi sottosistemi (o moduli) interfacciati tra loro. In un sistema modulare le interazioni avvengono tra elementi dello stesso sottosistema, mentre i diversi sottosistemi sono connessi attraverso interfacce. In altre parole, la scomposizione di un sistema in diversi moduli quasi indipendenti tra loro consente di semplificare drasticamente l'organizzazione del sistema stesso. Se le interfacce tra i sottosistemi sono standard e stabili nel tempo è infatti possibile organizzare i diversi sottosistemi in parallelo, riducendo le interazioni tra elementi, e quindi riducendo esponenzialmente il numero di elementi da controllare. La relazione tra i diversi moduli definisce l'architettura del sistema.

Possono essere identificati costi e benefici della modularizzazione. Tale semplificazione implica però certi costi: disegno dell'architettura, standardizzazione delle interfacce e gestione della relazione tra i moduli. Il costo della modularizzazione può essere superiore ai benefici derivanti dalla semplificazione e dalla maggiore velocità di gestione del sistema. Si pensi, per

es., alla smithiana divisione del lavoro attraverso la definizione dei diritti di proprietà (lavoro, divisione del). La divisione del processo produttivo in diverse fasi (moduli), mediata dai prezzi, riduce, da un lato, i costi di organizzazione, rende il processo produttivo più efficiente e aumenta l'apprendimento, ma, dall'altro, aumenta i costi di transazione. La costituzione di imprese, infatti, denota la necessità di ridurre la decentralizzazione e di gestire alcuni aspetti della produzione in maniera integrata, al costo di una maggiore complessità organizzativa. Inoltre, l'architettura impone restrizioni: la ricerca di soluzioni ottimali per un sistema può avvenire solo all'interno dei diversi moduli (escludendo cioè le interazioni tra elementi di moduli diversi, fissata nelle interfacce). Tale restrizione implica che la ricerca di soluzioni ottimali è più localizzata rispetto a un sistema integrato e ha una maggiore probabilità di essere intrappolata in un lock in (soluzione obbligata). Si pensi, per es., alla relazione tra l'organizzazione di impresa e l'innovazione di un prodotto formato da diversi componenti ognuno dei quali è un modulo. A un estremo, un'impresa controlla la produzione di tutti i componenti in maniera integrale: l'innovazione in ciascun componente viene fatta considerando le interazioni con tutti gli altri. Il processo innovativo può essere infinitamente lungo e costoso, ma garantisce di trovare il migliore prodotto. All'estremo opposto, un'impresa produce un solo componente e assembla quelli acquistati da altre imprese specializzate: l'innovazione di ciascun componente avviene in maniera indipendente. Il processo può essere molto veloce (in parallelo), ma può realizzare il miglior prodotto solo per caso, se l'architettura lo consente. Vi è, quindi, una forte relazione tra la m. di un artefatto, la flessibilità nell'organizzazione dell'impresa e l'organizzazione industriale (divisione del lavoro). Tale relazione contribuisce a determinare la variazione nell'organizzazione dell'impresa e dell'industria nelle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto e per molteplici settori manifatturieri.”¹⁵⁴

Il termine modularità è stato ampiamente utilizzato in contesti diversi, che vanno dalla produzione (ad es. elementi modulari, macchine modulari) alla progettazione di prodotti elettrici e meccanici e software. Uno degli esempi più impressionanti di modularità nella progettazione ingegneristica è il Boeing 777. L'architettura del prodotto modulare specificato all'inizio del processo di sviluppo ha creato un ambiente positivo per un “apprendimento localizzato” efficiente per lo sviluppo di componenti specifici (Woolsey 1994)¹⁵⁵. Un altro esempio meno pubblicizzato di design modulare è il pannello metro Nippondenso (Aoki 1980)¹⁵⁶. Il tester del vecchio pannello è stato ri-progettato

¹⁵⁴ Definizione di Modularità, Enciclopedia Treccani

http://www.treccani.it/enciclopedia/modularita_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/

¹⁵⁵ Woolsey J. P., 1994, *Air Transport World*, Vol. 33(1), pp. 22–31.

¹⁵⁶ Aoki K., 1980, *High speed and exible automated assembly line—why has automation successfully advanced in Japan?*, Proceedings of the 4th International Conference on Production Engineering, Japan Society of Precision Engineering, Tokyo, pp. 1–6.

con sei moduli standard. Attraverso la riprogettazione, il numero di parti è stato significativamente ridotto; per esempio, il numero di regolatori di tensione è stato ridotto da 20 a tre, il numero di bimetallo da otto a quattro, e così via (Whitney 1993)¹⁵⁷. La combinazione dei sei moduli ha provocato 288 modelli differenti, di cui circa 40 sono stati prodotti. Nonostante le numerose applicazioni della modularità in diverse società industriali e di servizi, la sua base scientifica è quasi inesistente, soprattutto nella progettazione ingegneristica.

Numerosi casi di successo di lancio di progettazioni modulari sono stati riportati in letteratura. Oltre 160 creazioni di Walkman Sony sono nate dal mix di componenti modulari di alcuni disegni di base del prodotto (Sanchez, 1996)¹⁵⁸. Diversi modelli di videocamere Handycam Sony sono passate da un progetto iniziale dei sistemi a componenti modulari migliorati (Sanchez, 1996).

I principi del design modulare sono stati applicati inoltre ai personal computer (per esempio, Gilder 1989¹⁵⁹, Langlois e Robertson 1992¹⁶⁰ Steffens 1994¹⁶¹). L'impatto della modularità di prodotto sulla progettazione per l'assemblaggio e il ciclo di vita del prodotto è stato presentato da Lui e Kusiak (1996¹⁶²) e Newcomb et al. (1996¹⁶³). L'analisi comparativa della modularità attraverso famiglie di prodotti di consumo nazionali ed esteri indica che i prodotti giapponesi di maggior successo hanno avuto livelli di modularità molto più alti rispetto ai corrispondenti prodotti statunitensi.

L'industria manifatturiera ha subito un importante cambiamento di paradigma che ha visto il passaggio dalla produzione tradizionale al mondo della

¹⁵⁷ Whitney D. E., 1993, *Nippondenso Co. Ltd: a case study of strategic product design*, Research in Engineering Design, No. 5(1), pp. 1–20.

¹⁵⁸ Sanchez R., 1996, *Strategic product creation: managing new interactions of technology, markets, and organizations*, European Management Journal, No. 14(2), pp. 121–138.

¹⁵⁹ Gilder G., 1989, *Microcosm: The Quantum Revolution in Economics and Technology*, New York: Simon and Schuster

¹⁶⁰ Langlois R. N., Robertson P. L., 1992, *Networks and innovation in a modular system: lessons from the microcomputer and stereo component industries*, Research Policy

¹⁶¹ Steffens J., 1994, *AT&T adopts a global manufacturing architecture*, *Manufacturing Systems*, Vol. 13(1), pp. 34–39.

¹⁶² Kusiak A., 2000, *Computational Intelligence in Design and Manufacturing*, New York: John Wiley

¹⁶³ Newcomb P. J., Bras B., Rosen D. W., 1996, *Implications of modularity on product design for the life cycle*, ASME Design Theory and Methodology Conference, ASME Press, New York, pp. 71–77.

produzione agile e virtuale. Prodotti modulari e processi riconfigurabili erano cruciali per la produzione agile (Kidd 1994)¹⁶⁴.

I potenziali vantaggi dell'applicazione del concetto di modularità comprendono (Pahl e Beitz 1988¹⁶⁵, Ulrich e Tung 1991¹⁶⁶) le economie di scala, l'aumento della fattibilità del cambiamento prodotto/ componente, la maggiore varietà di prodotti ottenibili, la riduzione dei tempi di consegna degli ordini e le diagnosi di prodotto, la manutenzione, la riparazione e lo smaltimento più semplici.

I costi potenziali della modularità includono un'architettura fisica in esubero; la capacità eccessiva dovuta alla progettazione per l'applicazione più rigorosa e potenziale di architetture di prodotto statici e eccessiva somiglianza dei prodotti.

Idealmente, un modello per la creazione modulare dovrebbe essere abbastanza generale da permettere ai progettisti di formare moduli di tipo diverso (ad esempio meccanici, elettrici e software), in ogni fase del ciclo di vita del prodotto, dal concept allo smaltimento e al riciclo.

Anche se è auspicabile realizzare i moduli nelle prime fasi del processo di progettazione, le informazioni necessarie per formarli potrebbero non essere ancora disponibili. Ciò potrebbe causare i moduli generati troppo presto nel processo di progettazione per riuscire a superare i vincoli che si manifestano più avanti nel processo di progettazione. La critica principale della pratica modularità ad oggi è la ristrettezza del dominio, che può essere in gran parte attribuito ad una scarsa comprensione del problema modularità, alla mancanza di teoria e strumenti per la definizione dei moduli in una prospettiva ampia e lo scetticismo di alcuni designer sui vantaggi della modularità, perché nessuno è stato in grado di dimostrarne i benefici.

Nonostante gli scarsi approcci alla modularità, essa è stata riconosciuta per decenni come una buona pratica di design. Il potenziale non realizzato e la crescita della modularità sono enormi. Per realizzare pienamente il suo potenziale, la modularità deve essere ridefinita ampliando la gamma di prodotti che comprende diversi processi e tecnologie, che incorpora il costo del ciclo di vita dei prodotti e l'aumento dei profitti aziendali migliorando la qualità dei moduli formati.

I ricercatori hanno analizzato la letteratura e la pratica di modularità in una vasta gamma di settori e prodotti. Nella migliore delle ipotesi, il termine modularità è equiparato all'utilizzo di alcune linee guida e le componenti

¹⁶⁴ Kidd P. T., 1994, *Agile Manufacturing: Forging New Frontiers*, Reading, MA: Addison-Wesley

¹⁶⁵ Pahl G., Beitz W., 1988, *Engineering Design*, Berlin: Springer-Verlag

¹⁶⁶ Ulrich K., Tung K., 1991, *Fundamentals of product modularity*, in A. Sharon, R. Behun, F. Prinz, L. Young (eds) *Issues in Design Manufacture/Integration*, New York: ASME

standard tra un numero limitato di prodotti, spesso solo per un prodotto o di un programma.

Anche se tutti i componenti che formano una famiglia di prodotti erano standard, i prodotti progettati non potevano condividere un singolo modulo. Era necessario un sistema per definire i moduli sulla base di criteri e vincoli appropriati.

Il rapporto tra i prodotti, i processi e le risorse può essere uno strumento prezioso nel mercato competitivo di oggi. Un buon esempio di successo industriale è Volvo Corporation, dove la modularità integrata ha guidato la trasformazione della società. Al momento della crescente concorrenza e del mercato globale, è importante massimizzare il ritorno sugli investimenti in progettazione e produzione.

Vari studi hanno dimostrato che le aziende americane non hanno preso pieno vantaggio dalla possibilità di espandere le loro quote di mercato dalla differenziazione e lo sviluppo modulare dei prodotti (ad esempio, lanciare sul mercato modifiche di prodotti low cost per aumentare le risposte dei clienti).

2.4.1. Modularità del Prodotto

I componenti o le sotto unità di un elemento unico (generalmente indicati come componenti), se sono per natura scomponibili o lo possono diventare facilmente, prendono il nome di *moduli*. I moduli contengono un elevato numero di componenti che hanno dipendenze minime tra di loro e somiglianze con altri componenti o moduli di unico prodotto, ma presentano anche un elevato grado di dipendenza da e somiglianza con altri componenti del modulo. Queste dipendenze e somiglianze sono quelle che derivano dai rapporti tra attributi dei componenti e quelli che nascono dai rapporti tra i componenti durante i vari fenomeni nel loro ciclo di vita.

Pertanto, in un modulo, ogni componente è indipendente da tutti i componenti non contenuti nello stesso modulo (indipendenza). Inoltre, ciascun componente in un modulo deve essere elaborato nello stesso modo durante ogni fase del ciclo di vita (somiglianza) per ridurre le interdipendenze tra i moduli. Questa definizione parallela forma le definizioni di indipendenza utilizzate nelle ricerche più celebri sulla modularità, ma, nello stesso tempo, considera l'applicazione della modularità per altri problemi oltre alle funzioni degli utenti. Il rapporto forma-funzione è stata pertanto sostituito con un rapporto di forma-processo. Mentre la modularità completa può non essere realistica, tranne nei casi più banali, è più probabile che un prodotto che presenta un grado di modularità superiore debba affrontare un costo del ciclo di vita complessivo più basso quando l'intera famiglia del prodotto viene esaminata.

La modularità tipica è definita come la modularità applicata ad un ciclo di vita caratteristico (Gershenson 2004)¹⁶⁷. I moduli caratteristici contengono un elevato numero di componenti che hanno dipendenze minime su e somiglianze con altri componenti del prodotto in relazione ad una particolare fase del ciclo di vita.

La modularità caratteristica (o tipica) può essere più utile rispetto alla modularità totale di un prodotto, soprattutto se ci sono uno o due caratteristiche che dominano i requisiti e i costi di un prodotto. Lo sviluppo di prodotti che si presentano come modulari in termini di caratteristiche, oltre ad essere driver primari, potrebbero portare ad una eccessiva modularità e / o diminuzione di valore. La modularità di produzione, una particolare forma di modularità caratteristica, consiste nello sviluppo di moduli di prodotto con minime dipendenze su altri componenti del prodotto per quanto riguarda i processi di produzione. Inoltre, i componenti all'interno del modulo hanno somiglianze di massima tra loro e minime somiglianze con componenti esterni per quanto riguarda i loro processi di produzione. Da questo tipo di modularità può derivare, per esempio, un modulo che comprende tutti i componenti in un prodotto che è stampato ad iniezione.

Una considerazione importante per definire la modularità di produzione di un prodotto è il livello prescelto di astrazione del processo produttivo stesso. La fabbricazione di un prodotto si compone di molte operazioni. Queste operazioni sono, a loro volta, composte da sotto-attività. Un prodotto può essere modulare (indipendente e simile), se esaminato dal punto di vista dei processi produttivi globali (ad esempio, lo stampaggio ad iniezione contro la fucinatura) ma ad un certo livello di attività la struttura non può essere molto modulare rispetto al suo processo di produzione (ad esempio, la somiglianza dei componenti di attrezzatura all'interno di un modulo). Pertanto, nel definire la relativa modularità nella fabbricazione di un prodotto, lo si deve fare tenendo conto di operazioni e sotto-operazioni del processo di produzione. Questo avviene parallelamente alla considerazione del livello di astrazione del prodotto.

Infine, è importante che ogni tipo di modularità di fabbricazione tenga conto dell'effetto della produzione su ogni attributo dei prodotti. Quando si ricercano le dipendenze e le interazioni tra moduli e componenti, deve essere considerato ogni attributo dei prodotti, dei moduli e dei componenti. Per citare un esempio di riferimento, si consideri l'alloggiamento di una caffettiera elettrica che è un assemblaggio modulare composto da molti componenti. Tutti i componenti dell'alloggiamento sono fatti dello stesso materiale plastico, sono prodotti secondo specifiche di tolleranza simili, possiedono la stessa condizione della superficie, e subiscono lo stesso processo di fabbricazione. Gli attributi del

¹⁶⁷Gershenson, J.K., G.J. Prasad e Y. Zhang, 2004, "Product Modularity: Measures and Methods." *Journal of Engineering Design*, Vol. 15, Number 1.

prodotto includono: geometria, caratteristiche, tolleranze, condizioni della superficie, materiali e strutture (Gershenson, 1995)¹⁶⁸.

2.5. La produzione personalizzata

La Produzione di personalizzata di massa (conosciuta come produzione personalizzata di massa) è stata riconosciuta come la rivoluzione industriale del XIX secolo. Si vuole in questo momento del lavoro presentare nuovi approcci innovativi per la realizzazione e l'esercizio della Produzione di personalizzata di massa nelle applicazioni teoriche e pratiche. Il modello di partenza è costituito dalle strategie che riguardavano una piattaforma generalizzata di linea di produzione e modularizzazione; esse hanno costituito il punto di partenza per sostenere delle riconfigurazioni dinamiche utili all'elaborazione teorica della produzione personalizzata di massa.

La concorrenza nel settore della produzione nei prossimi decenni sarà focalizzata sulla capacità di flessibilità e velocità nel rispondere abilmente e tempestivamente alle mutevoli condizioni del mercato. Con i cicli di vita dei prodotti abbreviati in modo significativo, i produttori hanno scoperto che non possono più acquisire quote di mercato né ottenere maggiori profitti con la produzione di grandi volumi di un prodotto standard per un mercato di massa. Il successo nella produzione richiede, oggi l'adozione di metodi di acquisizione di clienti e processi di ordine-realizzazione in grado di gestire il cambiamento previsto con precisione, fornendo una risposta rapida e flessibile ai cambiamenti imprevisti (Fulkerson 1997¹⁶⁹). Molte aziende si trovano costrette ad affrontare la sfida che consiste nel modificare gli orientamenti strategici per soddisfare le esigenze del mercato attuale. Una possibile soluzione a questa sfida è costituita per l'appunto dalla produzione basata sulla personalizzazione di massa (MCM).

Il concetto della personalizzazione di massa è stato esposto ufficialmente nel libro "Futuro Perfetto" di Stanley M. Davis nel 1987. Nel 1993, Joseph Pine (Pine 1993¹⁷⁰) ha dato una chiara definizione di Produzione personalizzata di massa, inquadrandola come una strategia che ha cercato di sfruttare la necessità di sostenere una maggiore varietà di prodotti, fortemente orientata all'individualizzazione. Inoltre, l'obiettivo della produzione personalizzata di massa è stato quello di produrre e fornire prodotti personalizzati rapidamente

¹⁶⁸Gershenson J.K., 1995, "Incorporation of Life-cycle Requirements into the Product Definition Process," Ph.D.Dissertation, University of Idaho.

¹⁶⁹Fulkerson B., 1997, A Response to Dynamic Change in the Market Place, *Journal of Decision Support Systems*, Vol. 21, pp. 199-214

¹⁷⁰Pine, Joseph, 1993, *Mass Customization-the New Frontier in Business Competition*, McGraw-Hill, 1993.

mantenendo i costi a livello degli stessi nella produzione di massa. Dal 1993, sono stati registrati numerosi e importanti i progressi in seno a questa tendenza innovativa tra le strategie di produzione; molti cultori della materia hanno portato il loro significativo contributo in letteratura (Piller e Stotko, 2002¹⁷¹; Kotha 1996¹⁷²; Tu, Vonderembse e Nathan, 2001¹⁷³; Tait, 2001¹⁷⁴).

Negli ultimi anni, i progressi nella progettazione assistita da computer (CAD), nella gestione dei dati relativi al prodotto e nelle tecnologie di rete hanno reso la produzione personalizzata di massa non è più una leggenda, ma è molto più vicina alla realtà e alla prassi aziendale (Ruddy 2002¹⁷⁵; Heikkila2002¹⁷⁶).

Richard Morley, inventore del sistema di automazione e co-autore di “La macchina Tecnologia: Come lavorerà la produzione nel 2020”, aveva già previsto che il termine “*personale*” avrebbe potuto assumere più connotazioni: famiglie personali, cibo personale volto a massimizzare le esigenze di diete personalizzate, indumenti personali, ossia abbigliamento cucito su misura in base al corpo di ogni individuo e fabbricato secondo le esigenze del clima e della pelle personali, e infine le auto personali, ad esempio quelle progettate direttamente dal cliente "(Felton, 2001¹⁷⁷). La personalizzazione di massa si è affermata come migliore strategia di produzione degli ultimi anni. È comprovato che le imprese manifatturiere che seguono questa strategia potranno godere di una quota di mercato superiore e di margini di profitto maggiori. Inoltre, ma soprattutto in USA, sono stati elaborati degli incentivi

¹⁷¹Piller F., Stotko C., 2002, Mass Customization: Four Approach to Deliver Customized Products and Services With Mass Production Efficiency, *Proceedings of the 2002 IEEE International Engineering Management Conference*, St. John's College, Cambridge, UK, August 2002.

¹⁷²Kotha, S., 1996, Mass-customization: a Strategy for Knowledge Creation and Organizational Learning, *International Journal of Technology Management*, Vol. 11, No. 7, pp. 846-859.

¹⁷³Tu Q, Vonderembse M., Nathan R., 2001, The Impact of Time-based Manufacturing Practices on Mass Customization and Value to Customer, *Journal of Operations management*, Vol. 19, pp. 201-217.

¹⁷⁴Tait N., 2001, Mass Customization the New Trend, But Why?, *Knitting International*, No. 3, pp. 22-25.

¹⁷⁵Ruddy M., 2002, Mass Customization Now Closer Than Ever, *Journal of Machine Design*, No. 6, pp. 59-61.

¹⁷⁶Heikkila J., 2002, From Supply to Demand Chain Management: Efficiency and Customer Satisfaction, *Journal of Operations Management*, Vol. 20, pp. 747-767.

¹⁷⁷Felton B., 2001, Experts Agree: Mass Customization is Almost Here, *Journal of Future Factory*, No. 4, pp. 45-47.

economici che costringeranno, nel medio termine, gli altri produttori ad optare per la strategia della produzione personalizzata di massa.

Questa strategia porta cambiamenti radicali ai modi di operare utilizzati dalle imprese manifatturiere tradizionali. Inoltre, questo sta cambiando il modo in cui i clienti vanno a fare acquisti e oltre ad avere un forte impatto su come fare i prodotti (Smirnov 1999¹⁷⁸).

Gran parte della letteratura di inizio secolo si è concentrata sull'evidenziare le differenze tra la produzione di massa e la personalizzazione di massa (Silveira / Borenstein / Fogliatto, 2001¹⁷⁹).

Si può dire che le misure adottate per realizzare la personalizzazione di massa si trovano in due aree: l'area del Product Design orientato alla Mass Customization (DFMC) e l'area del sistema di produzione orientato alla Mass Customization (produzione personalizzata di massa).

Per i prodotti complessi come aerei e automobili, il sistema della produzione personalizzata di massa assume un ruolo impegnativo nel raggiungimento degli obiettivi critici in termini di tempi di consegna ridotti e costi di produzione. Dal momento che la produzione personalizzata di massa è caratterizzata da esigenze imprevedibili e casuali legate alla lavorazione come ad esempio gli arrivi degli ordini dei clienti, è difficile adattarsi al frequente cambiamento di nei lotti di fabbricazione e nei tempi di consegna aggressivi, anche nei sistemi efficienti come quello della Lean Production (LP), per citare un esempio.

Come Joseph Pine ha sottolineato, la produzione personalizzata di massa non è un'estensione migliorata della Lean Production, un miglioramento continuo, né la trasformazione di un'impresa nel modello make-to-order (Pine, Victor, Boynton 1993¹⁸⁰). All'inizio del secolo corrente, restavano ancora molti problemi da risolvere e le tecnologie chiave da sviluppare per produzione personalizzata di massa (Svensson, Barfod, 2002¹⁸¹).

Diversamente dai prodotti standardizzati correnti o prodotti configurati, la fabbricazione personalizzata di massa ha avuto come obiettivo lo sviluppo di un tipo di prodotto diverso, noto come prodotto con parametri.

¹⁷⁸Smirnov Y., 1999, *Manufacturing Planning Under Uncertainty and Incomplete Information*, At the "Planning under Uncertainty" section of AAAI Spring Symposium, Stanford, 1999.

¹⁷⁹Silveira G., Borenstein D., Fogliatto F., 2001, Mass Customization: Literature Review and Research Directions, *International Journal of Production Economics*, Vol. 72, pp. 1-13.

¹⁸⁰Pine J., Victor B., Boynton A., 1993, Making Mass Customization Work, *Harvard Business Review*, No. 9, pp. 108-119.

¹⁸¹Svensson C., Barfod A., 2002, Limits and Opportunities in Mass Customization for "Build to Order" SMEs, *Computers in Industry*, Vol. 49, pp. 77-89.

Al fine di identificare un concetto chiaro di produzione personalizzata di massa, con accezione al modello di management del business, appare utile confrontare alcuni concetti basilari della produzione, che saranno descritti di seguito.

Innanzitutto, vale la pena definire i prodotti standardizzati; essi si riscono tale espressione si fa riferimento a prodotti che hanno funzioni, caratteristiche, geometrie e procedure di installazione standard, come ad esempio i bulloni, le prese elettriche o i DVD. L'intensificazione della concorrenza avviene contemporaneamente all'introduzione del prodotto, in cui sono stabiliti i loro standard. L'obiettivo è quello minimizzare la varietà di prodotti e sfruttare le economie di scala, sperando che tutti i consumatori scelgano e usino lo stesso prodotto.

Altra definizione che va chiarita è quella dei prodotti configurati; essi permettono ai clienti di selezionare e scegliere da soli tra le opzioni predefinite. In questo caso specifico, i produttori mettono sul mercato varie opzioni dello stesso prodotto e invitano i consumatori a fare la propria scelta. La sfida per gli ingegneri coinvolti nel processo produttivo è quello di progettare una struttura a moduli invece di progettare e ingegnerizzare un prodotto unico. Nel gioco dei prodotti configurati, i produttori devono produrre e immagazzinare diverse opzioni per garantire una rapida consegna e la manutenzione (comune) del prodotto.

Un caso ulteriore è quello dei prodotti con parametri; si tratta di prodotti in possesso di una serie di attributi detti parametri. Questi parametri consentono ai clienti di cambiare il design attuale del prodotto, per esempio, creando nuove dimensioni, o modificando le prestazioni delle caratteristiche. Ciascun parametro può essere scelto dai clienti entro un certo ambito e la portata stessa può anche essere definita come uno dei parametri.

L'attuazione delle strategie di produzione personalizzata di massa possono essere suddivise in tre categorie differenti a seconda delle diverse fasi della catena del valore in cui la personalizzazione viene introdotta. Pertanto si distingue produzione personalizzata di massa modulare, opzionale e *core* (Alford, Sackett, Nelder 2000¹⁸²).

La forma di personalizzazione più semplice è l'attuazione della strategia modulare (già descritta) dove la personalizzazione è introdotta nella fase di consegna. La personalizzazione opzionale consente invece un diverso tipo di personalizzazione, che si terrà in fase di produzione. Il punto essenziale di questa strategia di attuazione è quello di realizzare un gran numero di elementi pre-progettati, ossia opzioni standard, ai clienti. L'output di questa strategia è costituito dai prodotti configurati. I clienti possono selezionare le opzioni

¹⁸² Alford D., Sackett P., Nelder G., 2000, Mass Customization-an Automotive Perspective, *International Journal of Production Economics*, Vol. 65, pp. 99-110.

esclusivamente da un elenco predeterminato dall'impresa stessa e chiedere ad essa di assemblarli per ottenere il prodotto finale. La strategia di personalizzazione di tipo *core*, infine, integra i clienti e le loro esperienze d'uso con il processo di progettazione. Di conseguenza, i processi di produzione e i servizi di consegna devono essere personalizzati totalmente. Un settore tipico che ha approcciato l'utilizzo di questa strategia è l'industria dell'abbigliamento. Possono essere realizzati prodotti con design prefissato, progettati con le opzioni, co-progettati o ancora si può trattare di prodotti completamente personalizzati (Lee, Kunz, Fiore, Campbell 2002¹⁸³). Questa strategia supporta due idee importanti che sono, da un lato, la difficoltà nel prevedere con precisione da chi sarà costituito il target dell'impresa/prodotto e, dall'altro lato, la capacità di fornire i servizi che questi clienti domandano. La personalizzazione di tipo Core è la meta finale e la condizione perfetta della produzione personalizzata di massa.

La strategia di attuazione della produzione personalizzata di massa può variare per diverse imprese, a seconda di fattori quali il tipo di mercato, la complessità del prodotto e il livello di personalizzazione che può essere offerto.

Per la progettazione del prodotto nell'ambito della produzione personalizzata di massa, viene di solito utilizzata la tecnologia *kernel* che permette di stabilire il design per la personalizzazione di massa (DFMC). Essa si basa sul concetto dell'Architettura della Famiglia dei Prodotti (PFA) e rinvio della varietà dei prodotti.

L'architettura della Famiglia dei prodotti è una struttura coerente di prodotto per essere riutilizzati e prorogati modificando i modelli di prodotti esistenti. All'interno della gamma o gruppo del prodotto, esistono prodotti simili per raggiungere l'efficienza nella produzione di massa (Tseng 1997¹⁸⁴). Il rinvio della varietà dei prodotti comporta il ritardo di attività in tutta la catena di fornitura fino a quando saranno ricevuti gli ordini dei clienti che hanno come oggetto i prodotti della personalizzazione, al contrario le attività saranno svolte in previsione di ordini futuri (Van Hoek 2001¹⁸⁵).

In sostanza, il design per la personalizzazione di massa sottolinea un disaccoppiamento del processo di progettazione e produzione in ottica di

¹⁸³Lee S., Kunz G., Fiore A., Campbell J. R., 2002, Acceptance of Mass Customization of Apparel: Merchandising Issues Associated With Preference for Product, Process, and Place, *Journal of Clothing and Textiles Research*, Vol. 20, No. 3, pp. 138-146.

¹⁸⁴Tseng M., Lei M., Su C., Wei W., 1997, A market-like Coordination for Mass Customization Manufacturing, *6th Industrial Engineering Research Conference Proceedings*, pp. 972-977.

¹⁸⁵Van H. R. I., 2001, The Rediscovery of Postponement a Literature Review and Directions for Research, *Journal of Operational Management*, Vol. 19, pp. 161-184.

riduzione dei costi. Nello sviluppo della produzione personalizzata di massa, è importante prendere in considerazione il design per la personalizzazione al fine di ridurre i tempi di installazione e gli altri costi relativi ai volumi. Le modifiche nella forma e nella dimensione del prodotto sono limitate in modo da garantire l'esecuzione della fabbricazione sulla stessa linea di produzione. Ulteriori informazioni relative alle conoscenze relative al design per la personalizzazione (Tseng, Lei, Su, Wei 1997¹⁸⁶; Helander eJiao, 2002¹⁸⁷) non sono utili ai fini di questo lavoro.

La progettazione di un sistema di produzione personalizzata di massa è un'estensione del concetto di orientamento “*Consumer-centric*” di un'impresa ma riferito alla produzione. L'obiettivo del design è quello di raggiungere un equilibrio tra standardizzazione dei prodotti e flessibilità produttiva. Il successo nella produzione di personalizzazione di massa si ottiene rapidamente riconfigurando operazioni, processi e relazioni commerciali facendo riferimento alle esigenze individuali dei clienti e a requisiti di produzione dinamici. È fondamentale dunque sviluppare un sistema di produzione che permetta di raggiungere questo obiettivo.

Un sistema di produzione competitivo dovrebbe essere abbastanza flessibile da rispondere a piccoli lotti di domanda dei clienti (Bocke Rosenberg, 2000¹⁸⁸). Dal momento che la realizzazione di una nuova linea di produzione è un grande investimento per l'impresa, le linee di produzione utilizzate quotidianamente devono essere in grado di essere riconfigurate per tenere il passo con l'aumento della frequenza di progetti di nuovi prodotti.

Infine, in ambito di produzione personalizzata di massa, ogni caratteristica imprevedibile richiesta dai clienti è considerata come una possibile opportunità, tenendo conto che le capacità attuali del sistema potrebbero non essere in grado di supportare le nuove esigenze dei clienti. La chiave per la regolazione della capacità di produzione è quello di riconfigurare il sistema con successo, sviluppando e integrando con nuove funzionalità.

¹⁸⁶Tseng M., Lei M., Su C., 1997, A Collaborative Control System for Mass Customization Manufacturing, *Annals of the CIRP*, Vol. 46, No. 1, pp. 373-376.

¹⁸⁷Helander M., Jiao J., 2002, Research on E-product Development (ePD) for Mass Customization, *Technovation*, Vol. 22, pp. 717-724.

¹⁸⁸Bock S., Rosenberg O., 2000, Supporting an Efficient Mass Customisation by Planning Adaptable Assembly Lines, *Proceedings of the International ICSC Congress on Intelligent Systems and Applications ISA 2000*, Vol. 2, pp. 944-951.

Capitolo III

Il boom delle stampa 3D

3.1. Stampa 3D e processi innovativi

Nonostante i primi esperimenti si siano verificati nel lontano 1960, è stato solo alla metà degli anni '80 che pionieri come Charles Hull (fondatore della 3D Systems) e Scott Crump (fondatore della Stratasys) hanno sviluppato una serie di tecnologie ormai note come stampa 3D. Il loro lavoro si è basato su processi additivi che creavano oggetti solidi strato dopo strato.

Questi processi hanno poi vissuto un'evoluzione e sono diventati noti con il nome "Produzione additiva" (Additive Manufacturing). Poiché molti metodi di produzione additiva erano basati sulla tecnologia di stampa a getto d'inchiostro, tali processi sono stati denominati "stampa 3D" dall'industria e mass media, che utilizzavano impropriamente questo termine per riferirsi a qualsiasi processo di Additive Manufacturing.

Per semplicità, si utilizzerà anche in questa parte del lavoro il termine "Stampa 3D" per descrivere la creazione di oggetti fisici, strato dopo strato, dai dati forniti a una stampante 3D.

La differenza tra la produzione tradizionale e la stampa 3D risiede nel modo in cui si formano gli oggetti. I processi produttivi tradizionali utilizzano generalmente un approccio sottrattivo che include una combinazione di macinazione, fucinatura, piegatura, stampaggio, taglio, saldatura, incollaggio e assemblaggio. Si prenda come esempio la produzione di un oggetto apparentemente semplice come una chiave regolabile. La sua produzione comporta la forgiatura di alcuni componenti, la rettifica, la fresatura e il montaggio. Parte della materia prima sarà sprecata nel corso del processo e grandi quantità di energia sono spesi in riscaldamento dei macchinari e del metallo. Per ottimizzare la produzione, sono necessari utensili e macchine specializzate nella produzione esclusiva di chiavi di una dimensione. Quasi tutti gli oggetti di uso quotidiano vengono creati in maniera simile (o meglio, solitamente ancora più complessa).

Per contro, una stampante 3D può produrre una chiave regolabile in un'unica operazione, strato per strato. La chiave esce dalla stampante completamente assemblata, comprese tutte le sue parti mobili. Dopo alcuni lavori di post-produzione come la pulizia e la rimozione dei supporti, a seconda del materiale, la chiave è pronta per l'uso (attualmente le sue caratteristiche meccaniche non sono comparabili alla sua controparte realizzata in metallo forgiato).

In prospettiva futura, la stampa 3D non si svilupperà per la produzione di chiavi, almeno non in tempi brevi. L'industria è nella sua fase iniziale e la tecnologia supporta raramente volumi superiori a 1.000 unità. Tuttavia, con l'evolversi della tecnologia, sicuramente i volumi aumenteranno. Nel frattempo, per i volumi bassi, la stampa 3D offre già un valore significativo. Costi e tempi di sviluppo possono essere tagliati eliminando la necessità di utensili utilizzati nella fabbricazione tradizionale. Dal momento che la stampa 3D permette un controllo preciso del materiale utilizzato, il progettista può ricreare la struttura interna di un prodotto in ottica di ottimizzazione. Ad esempio, la creazione di un reticolo a nido d'ape interno al posto di un blocco solido alleggerisce il prodotto senza sacrificarne la resistenza. Essere in grado di stampare 3D la struttura interna è una caratteristica fondamentale.

Rispetto ad alcuni processi di produzione tradizionali, anche gli sprechi di materiale sembrano essere ridotti; è stato stimato infatti che fino al 90 per cento della materia prima resta sul pavimento della fabbrica¹⁸⁹.

Una nota azienda americana che si occupa dello stampaggio a iniezione di plastica su misura, ha rilevato che per un particolare specifico, la stampa 3D (utilizzando la tecnologia Fused Deposition Modeling o FDM) ha ridotto il costo di produzione da \$ 10.000 a \$ 600, il tempo di costruzione da 4 settimane a 24 ore e il peso dell'oggetto del 70-90 per cento.

Inoltre, è stato dimostrato che gli oggetti possono essere stampati con un alto grado di controllo spaziale. In questo modo i componenti mobili e le strutture interne complesse possono essere creati in una singola stampa. Tuttavia, in maniera più significativa, il maggiore controllo libera i designer dai limiti della produzione tradizionale, permettendo loro di creare e ottimizzare gli oggetti che non possono essere costruiti con processi tradizionali. Questo apre le porte alla creatività, tra cui splendide opere d'arte come "Attratti dalla luce" di Geoff Mann, un'opera che ripercorre lo svolazzare irregolare di una falena attorno a una fonte luminosa¹⁹⁰. Non sarebbe stato possibile realizzare un oggetto del genere utilizzando semplicemente una tecnica di produzione tradizionale.

Oltre al piano tecnologico, si è verificata un'evoluzione anche a livello dei materiali. La Stampa 3D ha avuto inizio con la plastica, ma oggi esiste una gamma sorprendente e crescente di materiali stampabili che comprende la ceramica, alimenti, vetro e tessuti.

Le macchine disponibili in commercio stampano in una vasta gamma di plastiche o metalli. Queste stampanti funzionano generalmente in due modi alternativi: il primo metodo si basa sulla fusione e sull'estrusione di un

¹⁸⁹ "3D printing breaks out of its mold," Physics Today, October 2011. http://www.physicstoday.org/resource/1/phtoad/v64/i10/p25_s1?bypassSSO=1

¹⁹⁰ Studio*Mrmann, Attracted to Light, <http://www.mrmann.co.uk/long-exposure-series-attracted-to-light>

materiale (ad esempio, varie plastiche) attraverso un ugello minuscolo sulla zona di generazione, dove il materiale viene solidificato e costruisce l'oggetto strato per strato; il secondo metodo, invece, si basa su una vasca in cui si trova il materiale in polvere (ad esempio, plastica o metalli vari), e un laser che, strato per strato, lo solidifica in maniera selettiva. In questa seconda alternativa, solitamente è necessario un lavoro di post-produzione, come ad esempio la pulizia della polvere in eccesso, la cottura per aumentare forza o durezza dell'oggetto o strutture di supporto che si dissolvono in una soluzione.

Ricercatori, organizzazioni e hobbisti hanno modificato i metodi di base prima introdotti per ampliare notevolmente la gamma di possibilità. Ad esempio, i ricercatori dell'Università di Exeter hanno modificato una stampante 3D per stampare il cioccolato¹⁹¹. La Cornell University, in collaborazione con il French Culinary Institute di New York, ha portato l'idea oltre ogni immaginazione, con la creazione di una gamma di prodotti alimentari stampati 3D¹⁹².

I principi sono stati applicati anche a sostanze biologiche, aprendo le porte alla ricerca su una vasta gamma di applicazioni per la salute:

- la Washington State University ha sviluppato un materiale simile all'osso che fornisce un supporto per la crescita di un nuovo osso¹⁹³
- I ricercatori dell'Università di Glasgow hanno sviluppato un sistema che crea composti organici e cluster inorganici, che a loro avviso potrebbe avere un potenziale a lungo termine per la creazione di farmaci personalizzati¹⁹⁴.
- Organovo ha creato una varietà di cellule umane utilizzando tessuto umano come materia e ha anche stampato una vena umana¹⁹⁵.

¹⁹¹ "Printer produces personalized 3D chocolate," BBC News, 5 July 2011. <http://www.bbc.com/news/technology-14030720>

¹⁹² "Printing Food With 3D Printers," TechCrunch, 1 March 2011. <http://techcrunch.com/2011/03/01/printing-food-with-3d-printers/>

¹⁹³ "Researchers use a 3D printer to make bone-like material," UA Magazine, 30 November 2011. <http://www.united-academics.org/magazine/2865/researchers-use-a-3d-printer-to-make-bone-like-material/>

¹⁹⁴ "3D printers could create customized drugs on demand," BBC News, 18 April 2012, <http://www.bbc.co.uk/news/technology-17760085>; and "The 'chemputer' that could print out any drug," Kurzweil Accelerating Intelligence, 26 July 2012, <http://www.kurzweilai.net/the-chemputer-that-could-print-out-any-drug>

¹⁹⁵ "Scientists Use 3D Printer to Create First 'Printed' Human Vein," Inhabitat, 22 March 2010. <http://inhabitat.com/scientists-use-3d-printer-to-create-first-printed-human-vein/>

Più affascinante è la ricerca che mostra come la stampa 3D può rivoluzionare le proprietà dei prodotti. Proprio come il legno laminato (compensato) è stato a lungo utilizzato come un'alternativa più leggera, più forte e più flessibile del legno massiccio, i componenti stampati in 3D possono dimostrare proprietà che superano le capacità dei componenti di fabbricazione tradizionale, anche se sono realizzati con lo stesso materiale. Due esempi di questo sono in legno stampato in 3D che non si deforma¹⁹⁶, e l'attività in corso per utilizzare cellule viventi per stampare gli organi necessari per i trapianti in tre dimensioni.

I ricercatori stanno lavorando su una serie di tecniche in grado di controllare le proprietà esatte del materiale dei componenti stampati, anche con il microscopio per le strutture cristalline dei metalli¹⁹⁷, essenzialmente cambiando il modo in cui sono disposti gli atomi alla base del materiale e delle molecole. Ad esempio, la stampa 3D di metallo può provocare microstrutture più uniformi grazie alla solidificazione rapida, in contrasto con la fusione dei metalli tradizionali e con la forgiatura, processi in cui il metallo deve raffreddare dalla superficie esterna alla struttura interna¹⁹⁸. Questo consente ai tecnici di controllare la forza, la durezza, l'elasticità, la flessibilità e la capacità di sostenere lo stress dell'oggetto. Il risultato di questa ricerca sarà costituito da prodotti che presentano una combinazione di proprietà fisiche, elettriche e meccaniche che attualmente non esistono.

Il Gruppo di ricerca dell'Università Lewis dell'Illinois ha creato una serie di "inchiostri" personalizzati (materiali di stampa) che presentano dimensioni dalle caratteristiche estremamente piccole. I ricercatori sono riusciti a dimostrare che molti dei materiali funzionali sono in grado di migliorare la conduttività, hanno strutture più leggere e polimeri che si posizionano correttamente da soli. Ad esempio, il team ha creato un inchiostro d'argento reattiva per l'elettronica ad alte prestazioni, che è più veloce da preparare (si parla infatti di minuti per mescolare contro le ore spese usando inchiostri a base di particelle) e può essere stampato in piccole quantità. L'inchiostro può essere conservato più a lungo di un inchiostro tradizionale e ha una temperatura di lavorazione inferiore, permettendo di stampare l'elettronica su materiali a

¹⁹⁶ "Makers will love to 3D Print with Wood," 3D Printing News and Trends, Howard Smith blog, 27 Settembre 2012. <http://3dprintingreviews.blogspot.co.uk/2012/09/3d-printing-wood-grain.html>

¹⁹⁷ "3D printing breaks out of its mold," Physics Today, Ottobre 2011. http://www.physicstoday.org/resource/1/phtoad/v64/i10/p25_s1?bypassSSO=1

¹⁹⁸ Wohlers Report 2011: Additive Manufacturing and 3D Printing State of the Industry, p. 130. <http://www.wohlersassociates.com/2011contents.htm>

basso costo, come se fossero substrati di plastica flessibile¹⁹⁹, di carta o tessuto. In un'altra applicazione, l'inchiostro di argento è stato stampato su superfici tridimensionali per creare piccole antenne elettriche che hanno una performance migliore rispetto ai progetti di antenne tradizionali.

Queste antenne mostrano un potenziale di impiantabilità o indossabilità, sensori ed elettronica²⁰⁰.

Anche il MIT Media Lab ha condotto alcune ricerche sulla stampa e i materiali 3D, in particolare sta sperimentando la realizzazione di grandi stampi per strutture in cemento armato con una schiuma di poliuretano a spruzzo. La stampa con il poliuretano offre vantaggi in termini di peso, tempo di cura, controllo e stabilità rispetto ad un materiale tradizionale quale il calcestruzzo. Essa serve anche come isolante termico. Una volta stampato, lo stampo può essere riempito con cemento o altro materiale da costruzione colabile. Il MIT ha realizzato più stampi pilota con pareti che sono alte 5-6 piedi per capire quali sono i vantaggi degli stampi realizzati con tecnologie di stampa 3D di grandi dimensioni tra cui la progettazione, costi, efficienza e sicurezza.

La Contour Crafting propone la stampa 3D una casa intera, puntando al basso costo e all'alloggiamento di emergenza (dopo un disastro naturale, per esempio)²⁰¹. La società sostiene che un'intera casa di 2.500 metri quadrati può essere costruita in sole 20 ore (porte e finestre saranno aggiunte in seguito) con stampanti 3D estremamente grandi e costruite appositamente²⁰².

Le implicazioni sociali che avrebbe l'utilizzo della metodologia di costruzione automatizzata per sostituire le abitazioni fatiscenti o distrutte sono significative.

¹⁹⁹ 16 "Particle-free silver ink prints small, high-performance electronics," University of Illinois press release, 12 Gennaio 2012.
http://news.illinois.edu/news/12/0112ink_JenniferLewis.html

²⁰⁰ "3-D printing method advances electrically small antenna design," College of Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, press release, 16 Marzo 2011.
<http://engineering.illinois.edu/news/2011/03/15/3d-printing-method-advances-electrically-small-antenna-design>

²⁰¹ Contour Crafting, <http://www.contourcrafting.org/>

²⁰² "Giant 3D Printer Builds Homes in 20 Hours," Tom's Hardware, 8 Agosto 2012, <http://www.tomshardware.co.uk/3D-Printer-Homes-housing-printing,news-39380.html>; and "A Huge 3D Printer Can Build A Custom, Enviro-Friendly House In 20 Hrs," THE9BILLION, 15 Agosto 2012, <http://www.the9billion.com/2012/08/15/a-huge-3d-printer-can-build-a-custom-enviro-friendly-house-in-20-hrs/>

Tuttavia, il prezzo dei materiali è un ostacolo significativo per la stampa 3D. Ad esempio, il costo delle materie plastiche utilizzate nella stampa 3D varia da \$60- \$425 al kg, mentre la quantità equivalente di materiale utilizzato per lo stampaggio ad iniezione tradizionale è soltanto \$ 2.40- \$ 3.30²⁰³. Anche se il costo superiore non è un problema per la prototipazione o i piccoli volumi, diventa antieconomico per i grandi.

Per alcuni materiali, la stampa 3D è molto più di una nicchia alternativa; è in realtà il metodo di produzione ideale. Il titanio è un esempio di quanto appena affermato: è leggero, più forte dell'acciaio (per la sua densità) e più resistente dell'acciaio inox anticorrosione. In realtà, è un metallo quasi perfetto per molte applicazioni. A parte il suo costo attuale, lo svantaggio principale del titanio (e la ragione per cui il suo utilizzo è limitato ad applicazioni specialistiche nel settore aerospaziale, impianti medici, automobili, gioielli) è che è difficile da lavorare. Esso ha la tendenza a indurirsi durante il taglio, provocando una forte usura degli utensili, e quando viene saldata è suscettibile di contaminazione che indebolisce le saldature se le dovute precauzioni non sono rispettate rigorosamente.

Qui è dove entra in gioco la stampa 3D. Stampare direttamente il titanio è attraente perché elimina i problemi di lavorazione. Inoltre, le macchine da stampa diventano più grandi, possono essere stampati interi assieme, eliminando la necessità di saldatura.

Per affrontare l'attuale costo elevato di titanio (che è fino a 50 volte più costoso di acciaio), i ricercatori stanno sviluppando processi per creare titanio in polvere a costi molto più bassi. Attualmente le polveri di stampa sono prodotte riducendo lingotti di titanio in polveri sottili e uniformi (in un ad alta intensità di energia processo). Oggi la ricerca sta cercando processi industriali per la produzione di titanio tramite polveri di stampa ad una frazione del costo attuale²⁰⁴.

La prototipazione di nuovi prodotti è la più grande applicazione commerciale per la stampa 3D oggi, che si stima essere il 70 per cento del mercato della stampa 3D²⁰⁵.

La prototipazione offre ai designers (e ai loro clienti) un modo di toccare e di provare prodotti come concetti o oggetti funzionali nelle prime fasi del ciclo di progettazione. Questo consente di evitare costose modifiche in seguito nel

²⁰³ Wohlers Report 2011: Additive Manufacturing and 3D Printing State of the Industry, p. 242.
<http://www.wohlersassociates.com/2011contents.htm>

²⁰⁴ John E. Barnes et al., "Evaluation of Low Cost Titanium Alloy Products," Materials Science Forum, Aprile 2009, vols 618-619, p. 165. <http://www.scientific.net/MSF.618-619.165>

²⁰⁵ "Personal Manufacturing," Chemical & Engineering News, 14 Novembre 2011.
<http://cen.acs.org/articles/89/i46/Personal-Manufacturing.html>

processo, risparmio di tempo e denaro una volta che i nuovi prodotti saranno messi sul mercato.

Attraverso la stampa rapida di prototipi, i produttori possono ridurre in modo significativo il ciclo di sviluppo di nuovi prodotti. Un esempio viene da Akaishi, un produttore giapponese di calzature correttive e dispositivi per fare massaggi. L'azienda ha scoperto che grazie ai prototipi stampati in 3D internamente, si potrebbe ridurre il lead time di nuovi prodotti del 90 per cento rispetto al servizio di prototipazione in precedenza dato in outsourcing.

Questo permette ai progettisti di avere fiducia al 100 per cento sulle funzionalità di un prodotto prima che raggiunga il consumatore. Inoltre, la prototipazione facilita la sperimentazione e l'innovazione²⁰⁶. Ad esempio, utilizzando la stampa 3D, Bell Helicopter può testare nuovi design di progetti in giorni rispetto alle settimane che impiegherebbe con metodi tradizionali²⁰⁷.

In alcuni settori, la stampa 3D si è spostata dai prototipi alla produzione diretta di componenti, conosciuta anche come la produzione digitale diretta. La tecnologia è stata applicata a produzioni di cicli brevi e non richiede strumentazione, permettendo così la flessibilità, l'adattabilità e la velocità di mercato.

Questo consente ai Paesi che presentano un forte capitale intellettuale ma alti costi di produzione di competere ancora una volta nel settore manifatturiero. Come Scott Hay, fondatore di 3De, una piccola società di sviluppo prodotti rapidi con sede in Florida, che ha dichiarato alla rivista Industry Week, che la stampa 3D "è una vittoria formidabile per la produzione americana"²⁰⁸.

3De progetta sistemi chirurgici specializzati di alta precisione, che vengono poi realizzati tramite un servizio di stampa 3D che sede negli Stati Uniti. Non vi è alcun vantaggio di costo nell'esternalizzare la produzione di componenti in 3D, a differenza dei componenti tradizionali, per i quali la produzione all'estero più conveniente.

Oggi la stampa 3D è utilizzata in molte aree sia per la prototipazione e la produzione digitale diretta, soprattutto negli USA. Gli esempi che saranno

²⁰⁶ "FDM reduces tooling costs by 99% and prototyping costs by 73%," Stratasys case study, 2010. <http://www.stratasys.com/Resources/Case-Studies/Consumer-Product-FDM-Technology-Case-Studies/Akaishi.aspx>

²⁰⁷ "FDM Helps Bell Helicopter Build Quality Prototypes," Stratasys case study, 2009. <http://www.stratasys.com/Resources/Case-Studies/Aerospace-FDM-Technology-Case-Studies/Bell-Helicopter.aspx>

²⁰⁸ "Additive Manufacturing Goes Mainstream," Industry Week, 10 Marzo 2012. http://www.industryweek.com/articles/additive_manufacturing_goes_mainstream_26805.aspx?ShowAll=1

riportati nei paragrafi seguenti, sono da attribuire all'economia americana; in Europa, le stesse tecnologie sono in fase di evoluzione ma si pongono ad un passo indietro rispetto agli Stati Uniti d'America.

Un ambito di applicazione delle tecnologie di stampa 3D in USA è il settore della difesa militare. I componenti utilizzati in apparecchiature militari devono essere forti, durevoli e, soprattutto, affidabili, dal momento che l'insufficienza anche solo di una di queste caratteristiche può mettere a rischio la vita. Si consideri la montatura per il mirino della fotocamera sulla pistola di carro armato da combattimento come un M1 Abrams o un Bradley. Questi componenti di alta precisione sono montati sul corpo esterno dei serbatoi, dove sono sottoposti a scosse, vibrazioni e condizioni ambientali incredibilmente forti e pesanti.

EOIR Technology, azienda leader che si occupa di progettazione e sviluppo del sistema di difesa, è stata in grado di produrre montature molto resistenti per essere apposte su serbatoi che utilizzano una stampante 3D.

Non solo, passando alla tecnologia di stampa 3D, l'azienda ha ridotto i costi di produzione da più di \$ 100.000 per unità a meno di \$ 40.000²⁰⁹.

In futuro, potrebbe essere possibile per i militari stampare parti di ricambio sul campo di battaglia, invece di basarsi su parti di ricambio limitate o sulla catena di fornitura. Anche se questa eventualità appare ancora un po' lontana nel tempo, ci sono sviluppi che suggeriscono il movimento nella giusta direzione. Ad esempio, l'impianto Trainer Development Flight (TDF) presso la base aerea di Sheppard in Texas sta usando la stampa 3D per sviluppare materiali didattici per l'Air Force e altre filiali dei Dipartimenti della Difesa USA²¹⁰.

Data la natura altamente specializzata delle attrezzature, come i veicoli senza pilota (UAV), ed i bassi volumi richiesti, utilizzare ricambi originali o anche repliche di produzione sarebbe un processo lungo e costoso. Tuttavia, utilizzando le tecnologie di Stampa 3D in combinazione con tecniche di lavorazione tradizionali, il governo è stato in grado di risparmiare oltre 3,8 milioni di dollari tra il 2004 e il 2009, oltre a vedere un notevole miglioramento della fornitura e una formazione tempestiva in settori quali l'avionica, sistemi di armi, preparazione medica e sistemi di telecomunicazione. Più di recente, gli studenti stagisti che lavorano su un progetto di ricerca dell'esercito americano hanno creato e fatto volare un aereo

²⁰⁹ "Tough Enough for Armored Tanks," Stratasys case study, 2002.

<http://www.stratasys.com/Resources/Case-Studies/Military-FDM-Technology-Case-Studies/Case-Study.aspx>

²¹⁰ "FDM Direct Digital Manufacturing Saves \$800,000 and Three Years Development Time Over Four-Year Period," Stratasys case study, 2009.

<http://www.stratasys.com/Resources/Case-Studies/Military-FDM-Technology-Case-Studies/Sheppard-Air-Force-base.aspx>

caratterizzato da una apertura alare di 6,5 metri (un UAV) dove la parti interne sono stata realizzate in stampa 3D per contribuire a studiare la possibilità di utilizzo di tali aerei²¹¹.

Un'applicazione militare ben diversa della stampa 3D è la creazione di modelli topografici per ottenere una migliore intelligenza della macchina. Il Nucleo di Ingegneri della difesa americana ha utilizzato questa tecnica per rispondere all'urgenza di gestione dell'uragano Katrina. Questo Nucleo ha generato e rigenerato i modelli di New Orleans all'evoluzione della situazione. I modelli, che possono essere creati in circa due ore, hanno mostrato cambiamenti a seconda dei vari livelli delle acque alluvionali, degli edifici e di altre caratteristiche della zona. Questo ha aiutato nella comprensione della situazione e ha contribuito a guidare i soccorsi dei soldati e delle autorità civili che hanno lavorato per salvare la gente e le loro proprietà²¹². La mappatura 3D è stata fondamentale per la visualizzazione e la velocità di reazione; si può immaginare quindi la sua applicazione in campi che richiedono una tempestiva conoscenza della configurazione del terreno, campi come l'attività estrattiva e l'archeologia.

Un secondo ambito di applicazione delle tecnologie di stampa 3D in USA è il settore aerospaziale. Come molti settori industriali, il settore aerospaziale sta sfruttando la stampa 3D per migliorare le prestazioni degli *asset*, riducendo le esigenze di manutenzione, consolidando i componenti e risparmiando i costi del carburante con parti più leggere. Boeing, un pioniere nella stampa 3D, ha stampato 22.000 componenti che vengono utilizzati in una varietà di velivoli²¹³. Ad esempio, l'azienda ha utilizzato la stampa 3D per la produzione di condotti di controllo ambientale (ECD) per il suo nuovo velivolo 787. Con le tecniche tradizionali, l'ECD è creato da un insieme di parti (fino a 20) a causa della sua struttura interna che si presenta molto complessa. Tuttavia, con la stampa 3D, Boeing produce l'ECD come un pezzo monolitico. Il nuovo componente riduce l'inventario, non richiede il montaggio e migliora i tempi di ispezione e manutenzione²¹⁴. Dal momento che le parti stampate 3D pesano

²¹¹“Student Engineers Design, Build, Fly ‘Printed’ Airplane,” UVA Today, 5 October 2012.

<http://news.virginia.edu/content/student-engineers-design-build-fly-printed-airplane>

²¹²“U.S. Military Better Visualizes Unfamiliar Settings With 3D Printing,” 3D Systems.

<http://www.zcorp.com/en/Solutions/Geospatial/U.S.-Military-Better-Visualizes/spage.aspx>

²¹³“3-D printing could remake U.S. manufacturing,” USA Today, 10 Luglio 2012. <http://www.usatoday.com/money/industries/manufacturing/story/2012-07-10/digital-manufacturing/56135298/1>

²¹⁴Additive Manufacturing Technology Roadmap for Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, March 2011, p. 22. <http://www.enterpriseconnect.gov.au/media/Documents/Publications/Additive%20Manufacturing%20Tech%20Roadmap.pdf>

meno, il peso operativo del velivolo diminuisce, con conseguente risparmio di carburante. Secondo l'American Airlines, per ogni chilo di peso risparmiato sul peso totale di un suo aereo, l'azienda è in grado di risparmiare più di 11.000 litri di carburante in un anno²¹⁵. Boeing, così come altri colossi aerospaziali quali GE e la difesa aeronautica europea e il gruppo spaziale (EADS), creatore della Airbus, stanno conducendo ulteriori ricerche per ottimizzare le parti come ad esempio le staffe dell'ala. Ferra Engineering, un terzista del settore aerospaziale australiano che fornisce Boeing e Airbus, ha concluso un contratto per la stampa 3D di grandi parti in titanio per il caccia Joint Strike F-35, riducendo i tempi di lavorazione e gli sprechi di materiali²¹⁶. I particolari sono caratterizzati da una lunghezza di due metri. Boeing prevede anche di realizzare un intero aeroplano in futuro, utilizzando esclusivamente la stampa 3D²¹⁷.

Un altro vantaggio è l'uso della produzione distribuita per risolvere i problemi della supply chain. I componenti prodotti in serie in una parte del mondo possono richiedere settimane per arrivare ad una fabbrica di assemblaggio. Ma realizzare i componenti con tecnologia di stampa 3D sul posto elimina il tempo di trasporto, riduce l'attrito nella catena di fornitura e riduce i livelli di inventario in fabbrica.

Un esempio estremo di una filiera lunga è l'esplorazione dello spazio. Se fosse possibile stampare prodotti, strumenti o parti di ricambio a bordo della Stazione Spaziale Internazionale o anche su Marte sarebbe una vera rivoluzione. Questo è esattamente ciò su cui stanno lavorando gruppi come Made in Space e Lunar Buildings. Entrambe le organizzazioni stanno sviluppando strumenti, processi e sistemi per produrre direttamente nello spazio, evitando i costosi cicli di pianificazione decennali necessari per inviare un razzo nello spazio con le parti di ricambio e gli strumenti necessari. Made in Space ha un contratto con la NASA e sta attualmente conducendo prove di gravità pari a zero, con piani di studio della stampa 3D a bordo della Stazione Spaziale Internazionale. Ciò consentirebbe agli astronauti di stampare gli strumenti e le parti nello spazio esattamente quando ne hanno bisogno²¹⁸. Oggi,

²¹⁵“Fuel Smart Celebrates its 5th Anniversary,” American Airlines, <http://www.aa.com/i18n/aboutUs/environmental/article2.jsp>

²¹⁶“Local firm leads with 3D manufacturing,” The Australian Financial Review, 10 Settembre 2012.

http://www.afr.com/p/national/local_firm_leads_with_manufacturing_cdMd7rMhCh9CalDDxrRorI

²¹⁷“Next 3-D Frontier: Printed Plane Parts,” WSJ.com, 14 Luglio 2012. <http://online.wsj.com/article/SB10001424052702303933404577505080296858896.html?KEYWORDS=boeing+3D+printing>

²¹⁸“Made-in-Space Parts Could Become Space Travel’s New Norm,” Space.com, 19 July 2012,

i prossimi veicoli di esplorazione spaziale della NASA (detti *rover*) sono costituiti da circa 70 pezzi realizzati da stampa 3D; alcuni ingegneri della NASA realizzano anche prototipi tramite la stampa 3D per testare le parti prima della produzione²¹⁹.

Guardando al futuro, la NASA sta esplorando la stampa 3D come servizio (3DPaaS) per un lavoro rapido nella fase pre-prototipale. "Siamo ottimisti sull'evoluzione della stampa 3D", dice Tom Soderstrom, Responsabile IT del laboratorio di Propulsione Jet della NASA. "Catturare l'immaginazione dei concetti di missione è più facile grazie alla stampa 3D. Siamo in grado di vedere ciò che altri immaginano". Gli ingegneri possono utilizzare la 3DPaaS per ottenere rapidamente le valutazioni sulla valutazione paritaria, sui concetti di design aggiuntivi e sull'approvazione del prototipo. La prototipazione iniziale e le iterazioni sarebbero effettuate utilizzando strumenti CAD open source e stampanti 3D a basso costo, con inversioni veloci. "Ci piace l'open source, l'approccio di design aperto. E ci permetterebbe di ottenere idee al di fuori del comune più facilmente e di iniziare a realizzarle molto prima", Soderstrom aggiunge.

Una volta che il progetto è ritenuto pronto per la prototipazione in scala originale, occorrono stampanti 3D di grandi dimensioni per costruire un oggetto nella sua versione in scala 1:1. Il risultato sarebbe più veloce di costruire tempi, costi più bassi e più fiducia nella versione 1.0 di progettazione. Lo spazio non è l'unico ambiente estremo per la stampa 3D. Il designer Markus Kayser ha creato una stampante 3D a energia solare creando vetro greggio dalla sabbia nel deserto del Sahara²²⁰. È stata la dimostrazione che la stampa 3D può essere realizzata con risorse di base in ambienti estremamente remoti.

Un ulteriore ambito di applicazione delle tecnologie di stampa 3D è il settore Automotive. Per anni, i principali costruttori di automobili hanno utilizzato la stampa 3D per la prototipazione. Tuttavia, l'industria automobilistica è pronta ad affrontare l'applicazione dei processi di stampa 3D per realizzare qualcosa in più oltre che i prototipi di piccole parti personalizzate. Si prenda come

<http://www.space.com/16656-space-manufacturing-3d-printing.html>; and "3D printing's stellar, amazing year,"

Make Parts Fast, 25 December 2011, <http://www.makepartsfast.com/2011/12/3007/3d-printings-stellar-amazing-year/>

²¹⁹"NASA's human-supporting rover has FDM parts," Stratasys case study, 2012.

<http://www.stratasys.com/Resources/Case-Studies/Aerospace-FDM-Technology-Case-Studies/NASA.aspx>

²²⁰"3D Printer Harnesses the Sun to Transform Egyptian Sand Into Glass," Gizmodo, 26 Giugno 2011. <http://gizmodo.com/5815588/3d-printer-harnesses-the-sun-to-transform-egyptian-sand-into-glass>

esempio la Urbee (fig. 1), annunciata come la prima auto stampato al mondo. La due posti Urbee, creata da KOR EcoLogic, respinge i preconetti dei limiti legati ai formati di stampa 3D.

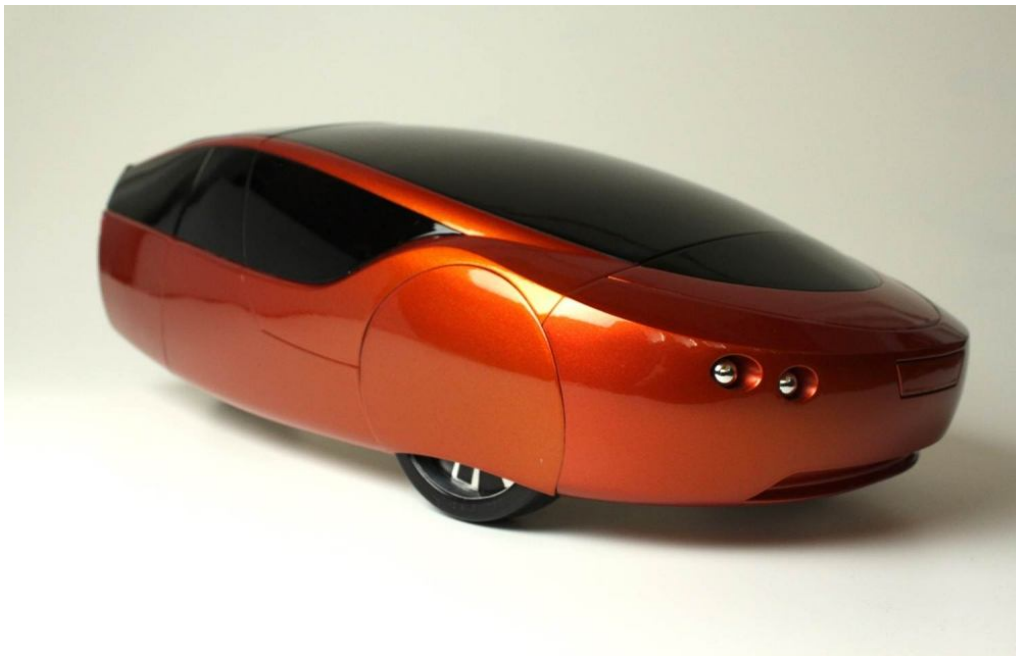


Fig. 3.1 – Urbee, la prima auto realizzata con la stampa 3D.

Per essere chiari, non tutte le parti sono stampate in 3D - solo il guscio di questo prototipo di auto ibrida - anche se i componenti interni sono progettati per essere stampati in 3D²²¹. LaUrbee, che potrebbe essere in produzione a basso volume 2014²²², ha piantato il seme per la personalizzazione di massa di grandi dimensioni dei componenti auto. La Stampa 3D permette di creare auto uniche per stile, creando disegni e forme del prossimo futuro. Non solo, la prima auto da corsa al mondo creata in gran parte con la stampa 3D ha gareggiato in pista nella Formula Student 2012, una sfida lanciata durante il mese di luglio 2012²²³. L'auto è stata creata usando una tecnica di stampa 3D chiamata stereolitografia²²⁴.

²²¹Jim Kor, "URBEE: Designing with Digital Manufacturing in Mind," 2012, p. 8

²²²"Urbee Hybrid Breaks Cover — in Manitoba," Edmunds Inside Line, 23 Settembre 2011, <http://www.insideline.com/car-news/urbee-hybrid-breaks-cover-in-manitoba.html>; and "Local electric/ethanol car definitely alabour of love," Winnipeg Free Press, 6 Settembre 2012, <http://www.winnipegfreepress.com/business/Local-electricethanol-car-definitely-a-labour-of-love-168764056.html>

²²³"The Areion by Formula Group T: The World's First 3D-printed Race Car," Materialise. <http://www.materialise.com/cases/the-areion-by-formula-group-t-the-world-s-first-3d-printed-race-car>

Gli ingegneri di BMW hanno sfruttato la stampa 3D per creare versioni più leggere ed ergonomiche dei loro attrezzi di montaggio per aumentare la produttività dei lavoratori. Migliorando il design, i lavoratori sostengono un peso inferiore di 1,3 chilogrammi rispetto al precedente e presentano una migliore gestione ed un migliore equilibrio. Come dice l'ingegnere della BMW, Günter Schmid, "Questo può non sembrare molto, ma quando un lavoratore utilizza lo strumento centinaia di volte in un turno, noterà una grande differenza"²²⁵. Oltre all'ergonomia, un'altra area in cui la stampa 3D può fare una grande differenza è quella del marketing. Si pensi ad un modello 3D in scala reale invece che ad un disegno CAD, come parte di una proposta di offerta. Una società ha seguito questo metodo con gli interni delle auto, mostrando le parti anteriori e posteriori con tutti i punti di fissaggio come parte della sua presentazione. Le immagini possono dire più di mille parole, ma toccare e sentire rende un progetto reale.

Un ultimo ambito di applicazione delle tecnologie di stampa 3D che si vuole prendere in considerazione è il settore sanitario. L'uso più stimolante della stampa 3D è proprio nel settore sanitario, dove la stampa 3D ha il potenziale di salvare o migliorare notevolmente vite umane. Dovranno passare ancora degli anni prima che la stampa 3D nel settore sanitario abbia un'adozione di massa, ma i primi sviluppi per creare tessuti, organi, ossa e protesi forniscono un preludio di come la vita potrà essere migliorata.

Utilizzando le cellule in coltura o le cellule staminali di un paziente, il Wake Institute forestale per la medicina rigenerativa ha messo a punto una tecnica di stampa 3D per ingegnerizzare tessuti e organi umani. L'obiettivo finale è quello di contribuire a risolvere la carenza di organi donati disponibili per il trapianto. Gli scienziati stanno lavorando su una serie di progetti tra cui orecchio e muscolo e stanno inoltre portando avanti un impegno a lungo termine per stampare un rene umano.

La stampante è progettata per stampare le strutture di organi e tessuti utilizzando i dati dalle scansioni mediche, come la TAC o la risonanza magnetica. L'idea di base è quella di stampare cellule viventi - e biomateriali che tengono insieme le cellule - in una forma tridimensionale. Questa struttura di organo o tessuto sarebbe poi impiantato nel corpo, dove continuerebbe a svilupparsi. Il progetto del rene si basa su un lavoro precedente che ha utilizzato cellule e biomateriali per progettare un rene "in miniatura", che è stato in grado di produrre una sostanza simile all'urina quando è stato impiantato in un manzo.

²²⁴Il processo che caratterizza la tecnica di prototipazione rapida/stampa 3D conosciuta come stereolitografia sarà approfondito successivamente.

²²⁵"Manufacturing Jigs and Fixtures with FDM," Stratasys case study, 2009.

<http://www.stratasys.com/Resources/Case-Studies/Automotive-FDM-Technology-Case-Studies/BMW-Manufacturing-Tools.aspx>

Oltre a questi esempi, c'è un numero crescente di domanda di stampa 3D in chirurgia. Ad esempio, il Centro Medico Walter Reed Army ha creato e impiantato con successo più di 60 piastre craniche realizzate in titanio²²⁶. Nel giugno 2011 è stata realizzata la prima mascella con la stampa 3D, anche in titanio, ed è stato impiantata con successo in una donna di 83 anni dal Dottor Jules Poukens della Hasselt University²²⁷. Questi impianti si abbinano perfettamente al corpo di un paziente e forniscono un miglior fissaggio, in grado di ridurre i tempi di intervento chirurgico e le infezioni derivanti²²⁸.

Essendo perfettamente corrispondente al corpo di una persona, la stampa 3D può essere utilizzata anche per dispositivi protesici. Essa è ideale per queste piccole produzioni altamente personalizzate (gli elementi realizzati sono unici) che richiedono materiali resistenti ma leggeri. La stampa 3D consentirebbe alle persone che hanno vissuto la perdita di un arto di ottenere esattamente quello che vogliono al livello di *look and feel*, dimensioni e peso, il tutto per una frazione del costo sostenuto con la tecnica tradizionale utilizzata per la realizzazione di protesi. Innovazioni su misura, ora di proprietà della 3D Systems, utilizzano la stampa 3D per realizzare rivestimenti personalizzati per protesi e si propone di stampare in 3D l'intera protesi nel prossimo futuro²²⁹. Un esempio correlato è quello di Emma, una bambina di due anni nata con una malattia rara chiamata *arthrogryposis*, che indossa "braccia magiche" stampate in 3D che le danno la forza di alzare le braccia reali²³⁰. Le "braccia magiche" possono essere ristampate secondo le esigenze di crescita della bambina e sono sufficientemente leggere per il suo corpo esile. Un ulteriore esempio è costituito dagli apparecchi acustici stampati con le tecnologie di stampa 3D che, anche se costose, garantiscono un'eccellente qualità del suono grazie alla loro adattabilità personalizzata.

3.1.1. Lo stato dell'arte in Italia

Il momento storico e culturale che sta caratterizzando la vita delle realtà aziendali italiane ed internazionali è intriso di cambiamenti repentini a livello tecnologico, difficile da gestire data la sua novità. Per sfruttare in maniera

²²⁶Wohlers Report 2011: Additive Manufacturing and 3D Printing State of the Industry, p. 164 (see graphic).<http://www.wohlersassociates.com/2011contents.htm>

²²⁷Transplant jaw made by 3D printer claimed as first," BBC News, 6 Febbraio 2012.
<http://www.bbc.co.uk/news/technology-16907104>

²²⁸"High tech implants resist infection," EE Times, 31 Luglio 2012.
<http://www.eetimes.com/design/medical-design/4391426/High-tech-implants-resist-infection>

²²⁹"3D Printed Prosthetics Company Bespoke Acquired By 3D Systems," Singularity Hub, 8 Giugno 2012.
<http://singularityhub.com/2012/06/08/3d-printed-prosthetics-company-bespoke-acquired-by-3d-systems/>

²³⁰"3D-printed exoskeleton gives a little girl use of her arms (video)," 3 Agosto 2012.
<http://venturebeat.com/2012/08/03/3d-printer-little-girl-magic-arms/>

concreta e positiva questi cambiamenti, è fondamentale saper interpretare correttamente gli stimoli esterni.

Con riferimento al mercato manifatturiero italiano, alcuni studiosi sostengono che presto si assisterà ad una rivoluzione: la manifattura non riguarderà più esclusivamente la realizzazione di prodotti ma diventerà, invece, il processo secondo cui realizzare soluzioni. Beni materiali e servizi saranno sempre più interconnessi. Questo concetto è diventato famoso con il termine ‘servitizzazione’, e sta trovando conseguenze in molti campi, soprattutto nei settori dell’industria che si contraddistinguono per lungo ciclo di vita ed elevato valore. Si tratta di una conseguenza naturale, d’altronde, alla constatazione che oggi il cliente pretende che l’azienda (il brand) lo accompagni sia nel momento di decisione dell’acquisto ma soprattutto durante l’utilizzo del prodotto. Il cliente si focalizza non solo sul valore di acquisto del bene ma in maniera ancora più presente sulle sue prestazioni, spostandosi nel momento conseguente all’acquisto.

La domanda di prodotti a livello commerciale in Italia sta subendo un decremento da diversi anni. Purtroppo le realtà manifatturiere devono affrontare un mercato stagnante e molto spesso ricorrono ai mercati esteri per necessità più che per cogliere opportunità. Ennesimo elemento da considerare è la crescente frammentazione della domanda di manufatti, conseguenza diretta delle esigenze di personalizzazione dei clienti. Tale necessità ha una conseguenza notevole sulla gamma dei prodotti offerti dall’azienda: la gamma diventa più ampia e la domanda di articoli preconfezionati diminuisce. Questo fenomeno prende il nome di teoria della ‘coda lunga’, un fenomeno descritto dall’economista Chris Anderson, che pionieristicamente ha studiato ed elaborato la teoria che il mondo futuro del business non sarà caratterizzato da produzioni di massa ma dalla capacità aziendale di adattarsi alla richiesta di tanti articoli a fronte di una esigua domanda.

Ne deriva che il modello della produzione di massa, determinato da impianti di produzione perennemente attivi e creazione di lotti elevati di prodotti, ben presto non sarà più lo standard utilizzato per rispondere alle necessità del mercato. Una probabile soluzione alternativa potrebbe essere il modello della personalizzazione di massa. La flessibilità sarà la caratteristica imprescindibile delle aziende. In questo contesto altamente competitivo e che vive una continua evoluzione, trovano la loro ragion d’essere le nuove tecnologie produttive digitali, che inizialmente costose, ora presentano costi ridotti. Queste tecnologie, secondo autorevoli fonti (Scientific American²³¹, McKinsey²³²), stanno cambiando radicalmente i prodotti e i processi operativi per realizzarli, tanto da avviare quella che è stata denominata Terza rivoluzione industriale.

²³¹ The next big thing, Scientific American, Maggio 2013

²³² *Disruptive technologies: advances that will transform life, business, and the global economy*, McKinsey Global Institute, Maggio 2013

Tale rivoluzione in ambito tecnologico stravolge il modo di operare tradizionale; si passa da una manifattura di tipo sottrattivo alla manifattura additiva, per strati. La caratteristica distintiva dei processi di stampa tridimensionale risiede nell'assenza di vincoli legati alla complessità dell'oggetto: i processi additivi con cui l'oggetto viene prodotto non dipendono dalla forma e dalla geometria del pezzo, superando i classici limiti della produzione tradizionale. Dagli studi di Wohlers (di cui si parlerà con maggiore dettaglio in seguito), emerge che le tecnologie di produzione additiva trovano riscontri e influenzano vari aspetti. Altra peculiarità riguarda gli ambiti applicativi di queste tecnologie: per diversi motivi, l'utilizzo delle tecniche additive porta benefici in vari settori.

Gli ambiti applicativi in cui la stampa 3D sta dimostrando di avere enormi potenzialità sono tre e saranno descritti di seguito.

Innanzitutto l'industria della Prototipazione rapida e delle pre-serie, dove la tecnica additiva è utilizzata essenzialmente per produrre prototipi, finalizzati a valutazioni estetiche e/o funzionali.

Questo è l'ambito originario e principale in cui la stampa 3D ha trovato la sua ragion d'essere. Prima che si verificasse il boom della vendita delle piccole stampanti 3D, la prototipazione costituiva l'unico ambito di applicazione delle tecnologie additive. Ford utilizza l'additive manufacturing per prototipare numerosi elementi che compongono le auto (motore, organi di trasmissione, ammortizzatori ed elementi di carrozzeria), abbassando il time-to-market e massimizzando l'efficacia del progetto (grazie ai costi irrisori, è possibile stampare più di una volta il nuovo elemento, effettuare dei test, procedere con le modifiche e ristampare). Anche Bticino utilizza queste tecnologie per la realizzazione di numerosi prototipi.

Più nel dettaglio, i vantaggi più importanti che derivano dal 3D Printing riguardano la possibilità di bypassare i passaggi intermedi relativi al tooling, così da iniziare dallo step della progettazione per arrivare direttamente a quello della realizzazione fisica, permettendo una diminuzione di tempi e costi sulla produzione definitiva²³³.

Altro ambito applicativo è quello della produzione di componenti finiti; qui l'implementazione delle tecnologie garantisce la realizzazione di forme e geometrie complesse che non si potrebbe produrre utilizzando i metodi produttivi tradizionali, conferendo nel frattempo l'opportunità di migliorarne alcune caratteristiche meccaniche. La tecnologia si sta evolvendo, portando benefici sia sulle piccole serie che sulle medie. In modo più specifico, si conviene che i benefici derivanti dall'utilizzo delle tecnologie di manifattura additiva si riscontrano, inoltre, in ambito di efficienza del processo produttivo.

²³³*The Pivotal Role of Rapid Manufacturing in the Production of Cost Effective Customised Products*. Christopher Tuck and Richard Hague, 2003.

Ultimo ambito di applicazione è la cosiddetta produzione on demand di parti di ricambio (*spareparts*), che consente di abbattere completamente i costi di giacenze di magazzino, andando a realizzare un prodotto di ricambio con materiali definitivi nel momento in cui nasce la necessità.

Si può quindi dedurre che, se le realtà che offrono oggetti usurabili avessero l'opportunità di produrre i componenti necessari all'intervento manutentivo secondo necessità, ridurrebbero in maniera incisiva i costi di stoccaggio e trasporto della merce²³⁴.

La suddivisione nei tre ambiti applicativi principali è stata ripresa da Wohlers²³⁵. La riflessione interessante ai fini di questo lavoro è che l'ambito applicativo della prototipazione ricopre il 50% delle applicazioni secondo una scala mondiale. Altra riflessione importante è che l'ambito applicativo che riguarda la produzione di elementi finiti si attesta attualmente al 28%, ma è prevista una crescita graduale nel corso dei prossimi anni. Maggiori dettagli sui numeri legati alla Stampa 3D saranno forniti nel paragrafo successivo.

3.2. Manifattura Additiva: alcuni numeri

Al fine di meglio illustrare il fenomeno della manifattura additiva e la sua evoluzione, si prendono in considerazione alcuni dati riportati all'interno dei Wohlers Report 2012-2014. Si tratta di pubblicazioni riguardanti il settore della stampa in 3D pubblicati annualmente da Wohlers Associates e guidati dall'autorità leader del settore, Terry Wohlers. Si tratta di studi approfonditi circa le tendenze e le previsioni che includono ricerche e analisi basate su recensioni di alcuni dei massimi esperti mondiali in ambito di Fabbricazione Additiva. I Wohlers Report raccolgono informazioni essenziali e utili per tutti coloro che lavorano in ambito di stampa 3D.

In particolare, poiché le applicazioni delle tecnologie si sono evolute, comprendendo sia la prototipazione rapida sia la fabbricazione rapida di prodotti per uso definitivo, anche la nomenclatura si è evoluta in additive manufacturing. Secondo il Wohlers Report 2014, questo spostamento in più applicazioni finali è in rapida crescita. Nel 2013, le aziende hanno utilizzato la produzione additiva per produrre oggetti per usi finali più di qualunque altro periodo storico precedente.

Come mostrato nel grafico di seguito, il mercato è cresciuto di una percentuale pari al 34,7% sul totale dei ricavi di prodotti e servizi da produzione additive.

²³⁴*Rapid manufacturing in the spare parts supply chain Alternative approaches to capacity deployment.* Holmström et al. 2010.

²³⁵Wohlers Report 2013 & 2014

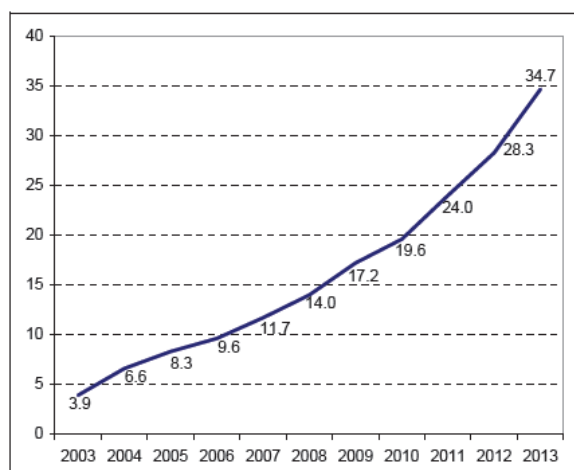


Fig. 3.2 – Fonte Wohlers Associates Inc., 2014

La previsione di Wohlers si concretizza in una crescita progressiva di questa tendenza, dal momento che le tecnologie si evolvono e diventano più veloci e meno costosi. L'associazione prevede in particolare che percentuale di componenti di prodotto finito realizzabili con le tecnologie di manifattura additiva.

Ai fini dell'analisi è utile considerare l'andamento delle vendite dei dispositivi professionali di manifattura additiva nel mondo, crescita sintetizzata dal grafico seguente:

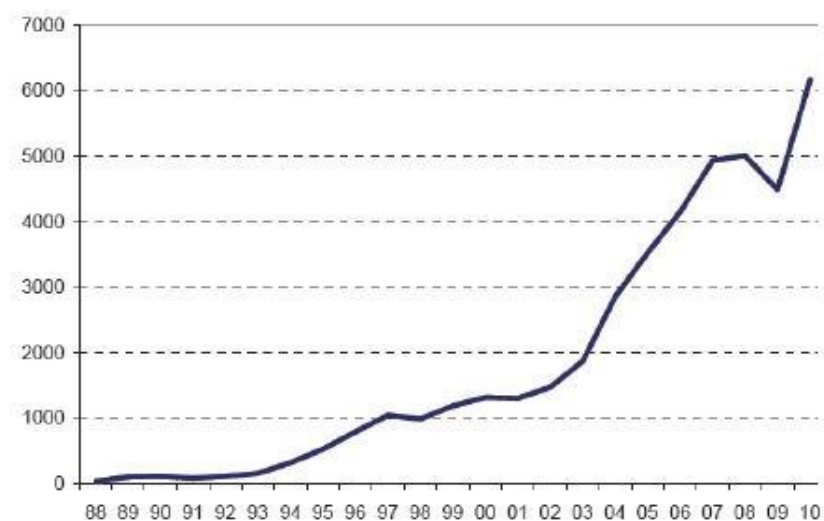


Fig. 3.3 – Fonte Wohlers Associates Inc., 2013

Particolare attenzione va rivolta alla crescita delle vendite di stampanti che per la produzione utilizzano i metalli. Tra il 2012 e il 2013 il numero delle

stampanti vendute nel mondo è raddoppiato, per fronteggiare evidentemente una domanda altrettanto elevata.

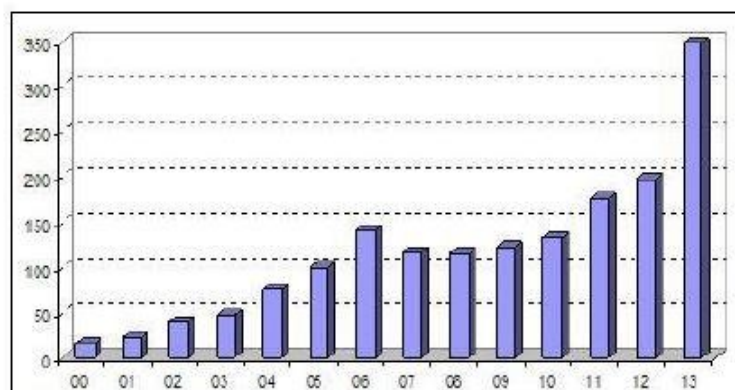


Fig. 3.4 – Fonte Wohlers Associates Inc., 2013

L'analisi della diffusione della manifattura additiva a livello mondiale permette di avere una visione ampia del trend ma non completa per quanto concerne l'obiettivo di questo lavoro. È utile, infatti, comprendere il grado di diffusione a livello di area/Paese per giungere a delle conclusioni contestualizzate.

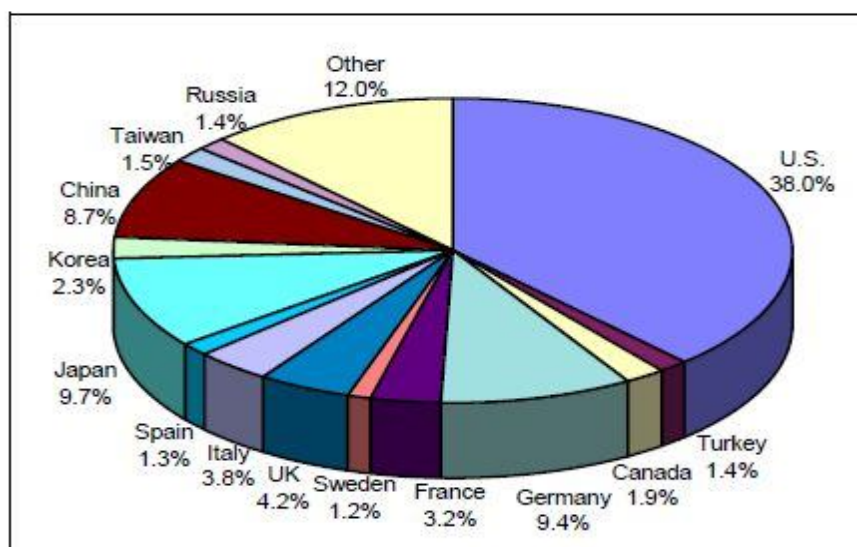


Fig. 3.5 – Fonte Wohlers Associates Inc., 2012

Il grafico sopra mostra la percentuale dei sistemi di produzione additivi industriali installati per Paese. La percentuale deriva da una media delle installazioni dal 1988 fino alla fine del 2012. Gli Stati Uniti continuano ad attestarsi come capo-gruppo con un ampio margine. Il Giappone, la Germania, e la Cina occupano rispettivamente il secondo, il terzo e il quarto posto per

macchine installate. La percentuale “Altro” include i paesi in cui sono stati venduti un numero relativamente piccolo di sistemi di manifattura additiva. A partire dal maggio del 2013, 16 aziende in Europa, 7 in Cina, 5 negli Stati Uniti e due in Giappone hanno iniziato a produrre e a vendere sistemi di *Additive Manufacturing*. L'Italia presenta una percentuale abbastanza elevata di sistemi installati rispetto agli altri Paesi Europei più avanzati dal punto di vista tecnologico. È utile confrontare questo dato con alcune informazioni sullo stato attuale della manifattura in Italia. Un'analisi condotta da AICA²³⁶ ha mostrato come l'industria italiana, pur in un contesto di crisi economica, sia riuscita nell'ultimo decennio a contenere il ridimensionamento della sua base produttiva (-10% gli addetti manifatturieri tra il 2002 e il 2012) grazie alla capacità di riposizionarsi sul piano della specializzazione settoriale. Vi è stata una forte perdita di peso dei settori “tradizionali”, ma è aumentata la capacità di proiezione internazionale. In particolar modo, il settore manifatturiero ha puntato alla qualità dei prodotti e all'ottimizzazione del capitale umano. Sulla produzione totale, più dei due terzi sono da considerarsi manufatti di qualità elevata, risultato di una forza lavoro fortemente specializzata (essa costituisce la maggioranza del capitale umano occupato nell'industria manifatturiera).

Da quanto emerge, il settore manifatturiero presenta dunque dei segnali positivi che fanno ben sperare per il rilancio dell'economia italiana, anche se dovranno essere affrontati le tradizionali problematiche del Paese, come ad esempio la tassazione.

La ricerca condotta dall'AICA si è concentrata in particolar modo nella dimostrazione dell'importanza dell'innovazione anche e soprattutto nella manifattura come *booster* per la ripresa. Appare dunque chiaro che le tecnologie di additive manufacturing giocano in questo senso un ruolo fondamentale per l'economia e la competitività delle aziende (soprattutto PMI), dal momento che esse consentono di migliorare i processi di sviluppo di nuovi prodotti, riducendo i margini di errore e il time-to-market.

Al riguardo, Prometeia ha condotto un'analisi che ha permesso di elaborare una previsione sulla situazione italiana, relativamente ad alcuni settori di mercato reputati interessanti per l'adozione delle tecnologie di manifattura additiva. La ricerca ha fornito risultati interessanti in termini di opportunità, esplicando l'impatto positivo che le tecnologie di produzione digitale (come sono definite le tecnologie di additive manufacturing) avrebbero sul valore della produzione.

²³⁶ AICA (Associazione Italiana per l'Informatica ed il Calcolo Automatico) ha condotto in collaborazione uno studio sull'impatto delle tecnologie digitali nella manifattura Italiana, in collaborazione con la Direzione Studi e Ricerche di Intesa Sanpaolo, Prometeia e Netconsulting. I risultati di questo studio sono stati esposti durante il 51° Congresso Nazionale AICA, il 13 Novembre 2014 a Milano, dedicato al tema dell'additive manufacturing.

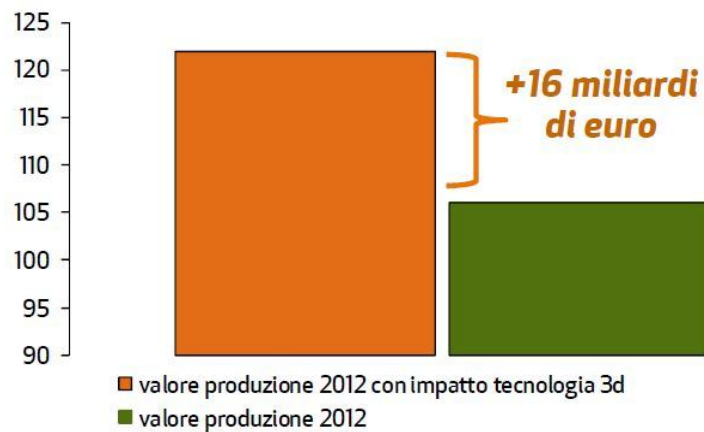


Fig. 3.6 – Elaborazioni di Prometeia (previsione)

Il mercato italiano mostra un forte e crescente interesse per la produzione additiva, spinto dallo spirito creativo che caratterizza la sua imprenditoria.

3.3. I Makers

Le stampanti 3D hanno creato una nuova generazione di produttori fai da te. Questi individui utilizzano i servizi di stampa 3D online o le proprie stampanti 3D a basso costo per creare prodotti personalizzati che soddisfano le esigenze non ancora soddisfatte dai prodotti in commercio. Le stampanti 3D rendono conveniente la creazione di prodotti altamente unici che consentono di appagare la sete crescente di personalizzazione. Che si tratti di una cover per uno smartphone personalizzata con il proprio nome, un avatar da World of Warcraft o un robot giocattolo auto-progettato, ci sono una serie di servizi come Freshfiber, FigurePrints, la mia Nazione Robot e Sculpteo a propria disposizione. Il mercato consumer è piena di prodotti personalizzati a prezzi accessibili, tutti disponibili tramite Internet utilizzando queste tecniche come servizio. La prossima frontiera sarà avere dei negozi di stampa 3D in un centro commerciale.

Una popolazione crescente di designer fai da te sta usando questi servizi per creare e caricare i prodotti e le idee su siti web come Shapeways, una start-up "cha ha l'obiettivo di democratizzare la creazione, rendendo la produzione più accessibile, personale e di grande ispirazione"²³⁷.

²³⁷Shapeways, About Us, <http://www.shapeways.com/about/>

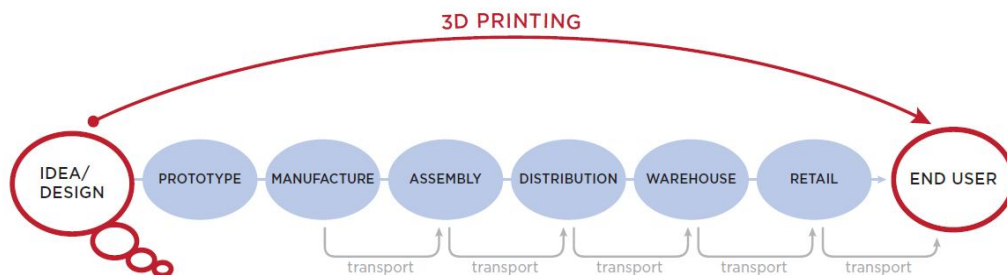


Fig. 3.6 – la stampa 3D vista come opportunità per i makers

Negli anni 2008 e 2009 il mercato della stampa 3D ha vissuto una svolta importante grazie alla disponibilità di kit di produzione open source che costavano meno di \$ 1.000, tra cui vari derivati del progetto open source RepRape la macchina CNC Cup-Cake da MakerBotIndustries. Questi dispositivi inaugurato un nuovo gruppo, quello degli hobbisti, che in precedenza non potevano permettersi le proprie macchine personali.

E come tutte le tecnologie, i prezzi hanno continuato a scendere; per esempio, la Printbot LC ha lanciato nel 2012 una macchina al prezzo di \$549,50²³⁸. La disponibilità di stampanti 3D a basso costo ha spinto molti individui a produrre oggetti di vario genere in casa, evitando numerosi passaggi.

Inoltre, grazie alla loro essenza open source, molte stampanti 3D sono in rapida evoluzione e possono ora competere con alcune stampanti commerciali. Per coloro che bisogno di prodotti di qualità superiore, esiste una varietà di agenzie di stampa on-line che offrono il servizio di stampa in diversi materiali (metalli, plastica e vetro).

Per avere un'idea di ciò che questi produttori fai da te realizzano tramite la stampa 3D, occorre dare un'occhiata a Thingiverse.com, un sito web in grado di generare in maniera automatica i file 3D per poi procedere con la stampa 3D. Creato da MakerBotIndustries, il sito accoglie una comunità di persone molto vasta che hanno condiviso più di 25.000 modelli diversi, dai giocattoli e i gadget a parti di ricambio²³⁹. Tutti questi prodotti sono disponibili per il download e la stampa, da parte di chiunque.

Recentemente, un ricercatore ha stampato in 3D il supporto per il suo lettore di libri elettronico dal momento che doveva affrontare un volo di 14 ore e non aveva il tempo per comprarlo. Dopo pochi minuti di ricerca su Thingiverse.com, è stato in grado di scaricare un progetto di supporto pieghevole, stamparlo in 45 minuti e usarlo in volo quella notte.

²³⁸“Printbot LC,” <http://printbot.com/shop/printbot-lc/>

²³⁹Thingiverse, <http://www.thingiverse.com/newest> Novembre 2014.

Oltre alle case, le stampanti a basso costo hanno fatto la loro strada in altri luoghi inaspettati. Ad esempio, nella scuola media Southview di Edina, in Minnesota, l'insegnante di tecnologia industriale utilizza una stampante 3D in modo che gli studenti possano sperimentare i loro disegni e concetti come modelli fisici²⁴⁰.

In Australia, un comune locale ha creato un laboratorio di stampa 3D in una libreria in modo che la comunità possa familiarizzare con questa tecnologia²⁴¹.

È importante notare che le biblioteche, le scuole e le case hanno i requisiti di qualità diversi rispetto alle fabbriche. I consumatori, che non hanno mai avuto il potere della produzione prima, sono abbastanza indulgenti nei confronti dei guasti degli oggetti 3D stampati da loro stessi, a condizione che l'oggetto serva la sua funzione desiderata. I consumatori potrebbero non essere così indulgenti nei confronti degli stessi difetti se i prodotti in questione sono stati acquistati.

Anche se non per tutti, le stampanti 3D consentono prendere il controllo degli apparecchi. Esempi di parti di ricambio che emergono nella biblioteca Thingiverse includono una ruota per una lavastoviglie, un cavalletto di sostegno della tastiera e un porta batteria della macchina fotografica portatile. Alcuni di questi oggetti hanno avuto download significativi. Ad esempio, uno stilo per il touch screen del Nintendo DS ha avuto oltre 300 download²⁴², in modo chiaro, uno stilo perduto è un problema comune con una soluzione semplice.

Oltre alle sostituzioni ordinarie, ci sono alcune parti e gli oggetti che sono semplicemente non più disponibili. Ad esempio, a causa della scarsità di quadranti per una Boombox d'epoca, qualcuno ha creato un'alternativa stampabile²⁴³.

Questa è il valore aggiunto della stampa 3D: creare pezzi funzionali, se non ignoti. Uno degli esempi di più alto profilo viene dal comico americano Jay Leno. In un articolo apparso sulla rivista *PopularMechanics*, Leno discute il suo uso della stampa 3D per la produzione di parti per la sua collezione di veicoli rari e vintage: "Ogni parte di un'auto d'epoca può essere riprodotta con queste macchine: pezzi di finitura, incisioni elaborate e maniglie delle porte

²⁴⁰ "Southview Middle School Gets a Grip on Design with Dimension 3D Printing," Stratasys. <http://www.dimensionprinting.com/successstories/successstoryview.aspx?view=57&title=Southview+Middle+School+Gets+a+Grip+on+Design+with+Dimension+3D+Printing>

²⁴¹ "Forum Frenzy: Public Library (in Adelaide) Offering Free 3D Printing Resources," Core77, 13 Settembre 2012. http://www.core77.com/blog/digital_fabrication/forum_frenzy_public_library_in_adelaide_offering_free_3d_printing_resources_23417.asp

²⁴² Touch Screen Stylus, <http://www.thingiverse.com/thing:499>

²⁴³ Volume Knob, <http://www.thingiverse.com/thing:6008>

anche a scorrimento. Se si dispone del pezzo originale, è possibile copiarlo. Oppure si può progettare al computer una sostituzione che sarà realizzata dalla stampante 3D”²⁴⁴. Egli continua a spiegare come il suo Steamer bianco del 1907 è tornato in strada grazie all’utilizzo della stampa 3D per ricreare una valvola incredibilmente rara (detta valvola a D).

Usando la stampa 3D, Leno può creare parti funzionali per il test (ad esempio, per vedere se la parte è della giusta dimensione e forma prima di utilizzare un processo tradizionale di fresatura CNC), creare stampi per colata in alluminio, e sostituire anche parti in metallo con la plastica. Egli spiega: "La mia supercar EcoJet aveva bisogno di condotti dell'aria condizionata. Abbiamo usato le parti in plastica che abbiamo progettato, così come sono usciti dalla stampante 3D. Non abbiamo avuto bisogno di produrre questi pezzi in alluminio dal momento che la plastica è quella che si usa in una macchina vera e propria. I prodotti finiti da stampa 3D sono molto simili ai pezzi di produzione in fabbrica”.

La Stampa 3D si sta sviluppando con l’obiettivo di abbattere gli ostacoli della produzione. Anche se è difficile prevedere dove porterà la stampa 3D “fatta in casa”, la certezza consiste nel fatto che i consumatori non potranno utilizzare queste stampanti per ricreare quello che possono già acquistare nei negozi. Piuttosto creeranno cose che semplicemente non si possono comprare, come parti insostituibili e oggetti personalizzati e gadget.

La possibilità di stampare in 3D al lavoro o a casa si traduce in un concetto molto di tendenza negli ultimi tempi: la democratizzazione della produzione. Il nome stesso "stampa 3D" invece di "produzione additiva" fa comprendere che le stesse tecnologie sono indirizzate ad un pubblico più vasto. La creazione di prodotti o prototipi fisici di alta qualità richiedeva macchinari molto costosi e gli investimenti in attrezzature/software CAD CAM molto sofisticati. Questo ha posto una barriera, impedendo la realizzazione di molte buone idee da sempre in fase di costruzione (anche ad un stadio di prototipo), in quanto la maggior parte delle persone non avevano le competenze e le risorse finanziarie per la progettazione, per non parlare di produrre o distribuire un prodotto.

Tuttavia, negli ultimi dieci anni queste barriere tradizionali sono state abbattute.

Mentre la stampa 3D è al centro del processo di produzione fai da te, ci sono stati sviluppi in tutti gli elementi del ciclo di vita di produzione fai da te compresa la modellazione libera o gli strumenti di scansione 3D a basso costo (per la progettazione), siti di condivisione (per il marketing e la distribuzione), i siti web di investimento (di finanziamento), e un nuovo ethos design aperto (collaborazione industriale). Questi elementi consentono ormai a quasi tutti gli interessati di diventare un produttore o di contribuire al processo di produzione.

²⁴⁴ Jay Leno, “Jay Leno’s 3D Printer Replaces Rusty Old Parts,” Popular Mechanics, 8 June 2009.
<http://www.popularmechanics.com/cars/jay-leno/technology/4320759>

La modellazione 3D e la visualizzazione svolgono un ruolo cruciale nella prime fasi di sviluppo del prodotto. Tuttavia, in passato, il software era spesso costoso e richiedeva macchine estremamente potenti, quindi si presentava come impraticabile per un uso personale. Oggi questo è cambiato. Ora, la maggior parte dei PC domestici possono eseguire alcuni dei software più sofisticati al mondo, come Creo 2.0 o SolidWorks. Non solo, ci sono una serie di strumenti di modellazione gratuiti o a basso costo, come ad esempio 3DTin, SketchUp e Blender, che contengono potenti funzionalità di progettazione, ma sono abbastanza semplici e possono essere utilizzati praticamente da chiunque. Per qualcosa di ancora più semplice, c'è Tinkercad, che è gratuito e permette alle persone di giocare con i principi fondamentali della modellazione 3D.

Volendo ignorare del tutto lo sforzo della modellazione, possono essere considerati una serie di scanner 3D convenienti che consentono di digitalizzare oggetti fisici, modificarli (entro certi limiti) e riprodurli direttamente con una stampante 3D. È interessante notare che diversi software stanno confondendo la distinzione tra la scansione e modellazione. Con l'automazione gran parte della esperienza di modellazione 3D, permette quasi a chiunque di generare rapidamente modelli sofisticati. Alcuni di questi servizi –che possono essere particolarmente utili per moda o per la modellazione del viso, ad esempio– permettono di nascondere il back-end senza sforzi di modellazione 3D da parte degli individui. Più di recente, Autodesk ha lanciato un servizio cloud che permette alle persone di creare modelli 3D con un paio di colpi sul loro iPad o caricando le foto di un oggetto da angoli multipli²⁴⁵. Un altro esempio di democratizzazione del Design viene dalla software house 3D Digital Forming, che fornisce un software che consente alle aziende di condividere la progettazione del prodotto con i loro clienti. Il software consente ai consumatori di perfezionare dimensioni del prodotto desiderato, se è la lampada perfetta o un collegamento di polsino personalizzato. I consumatori possono regolare la forma, il design della superficie, il colore e il materiale (entro certi limiti).

Questo rapporto più stretto tra consumatore e produttore stimolerà una maggiore aspettativa per la personalizzazione. Anche se la stampa 3D fa pensare all'hardware e ad oggetti prodotti, una parte fondamentale della magia della stampa 3D risiede nel software di modellazione utilizzato. Formlabs ha fatto dei software facili da utilizzare una pietra fondante delle sue stampanti 3D sofisticate. Altrove, un team di ricercatori ha creato dei software che esaminano la geometria del modello CAD e determinano dove aggiungere le

²⁴⁵“Autodesk bringing 3D modeling to the masses,” CNET News, 3 November 2011.
http://news.cnet.com/8301-13772_3-57318231-52/autodesk-bringing-3d-modeling-to-the-masses/

articolazioni, ad esempio le cerniere per gomiti e/o ginocchia²⁴⁶. Il software ottimizza il pieno movimento ed evita collisioni con altre articolazioni o possibili movimenti. La stampa 3D consente quindi di gestire l'intero modello, incluse le sue articolazioni e parti in movimento, per essere materializzati tutti contemporaneamente, in un'unica stampata. In questo modo, la modellazione più sofisticata è resa più semplice.

Anche se è difficile dire con certezza come la stampa 3D nelle sue varie forme (ad esempio, sul desktop, su larga scala) avrà un impatto sulla produzione tradizionale, le tendenze emergenti indicano che il cambiamento fondamentale del paradigma è già in corso.

Data l'evoluzione della stampa 3D, il nuovo mondo della produzione si presenta con determinate caratteristiche. Il time-to-market dei prodotti si restringe; ciò è dovuto, in parte, a cicli più veloci di progettazione e prototipazione come risultato della stampa 3D, ma anche grazie all'eliminazione di utensili e tempi di impostazione di fabbrica per i nuovi prodotti. Essere "agile" non sarà più un vantaggio competitivo, ma una necessità fondamentale per rimanere in attività.

I prodotti hanno capacità superiori. Le barriere per la produzione saranno abbassate, portando nuovi concorrenti con nuove idee. Allo stesso tempo, i prodotti che incorporano componenti stampati in 3D esportano accessori di qualità, come essere più piccoli, più leggeri, più forti, meno meccanicamente complessi e più facili da mantenere. Questi prodotti avranno un elevato potenziale in termini di vantaggio competitivo.

Il design "Open" è ormai la tendenza futura. Comunità di utenti finali saranno sempre più responsabili del design dei prodotti, che saranno a disposizione di chiunque abbia le competenze e gli strumenti necessari per progettare e quindi per produrre. Questi prodotti open-design saranno superiori ai prodotti proprietari. I fabbricanti dovranno competere su quanto bene essi attuano i progetti e la loro qualità costruttiva, che sarà votata dagli utenti finali su Internet, senza pietà.

La personalizzazione sarà la nuova normalità. Dato che le imprese innovative utilizzeranno la stampa 3D e altre tecniche rapide per offrire personalizzazione senza alcun costo aggiuntivo, i consumatori si aspettano che la personalizzazione diventerà la norma. I costi unitari di produzione di piccoli lotti di produzione (anche lotti di un singolo pezzo) si avvicineranno a quelli di grande serie, al diminuire delle barriere tecnologiche.

²⁴⁶“3D Printing? It’s the Software Stupid!,” 3D Printing News and Trends, Howard Smith blog, 30 August 2012. <http://3dprintingreviews.blogspot.co.uk/2012/08/3d-printing-its-software-stupid.html>

L'economia dell'off-shoring cambierà; il vantaggio di prezzo associato alla produzione di massa in regioni a basso costo sarà sfidato dalle stampanti 3D che forniscono tramite il metodo di produzione just-in-time in prossimità del punto di vendita o del punto di assemblaggio/montaggio. Le catene di fornitura saranno nuovamente ottimizzate per sfruttare i vantaggi del just-in-time, in particolare per i bassi volumi o per i componenti altamente specializzati. Viceversa, i progettisti saranno in grado di minimizzare i costi utilizzando componenti a basso costo e/o ad alto volume ove possibile, collegati con componenti specializzati just in time prodotti nel punto di montaggio.

Capitolo IV

4.1. Survey

Un maggiore grado di accuratezza della ricerca che ha caratterizzato questo lavoro è stato possibile grazie all'organizzazione di un'indagine il cui obiettivo è ottenere informazioni sul grado di conoscenza ed utilizzo effettivi della stampa 3D all'interno di un campione di aziende italiane.

Il target è costituito da responsabili/componenti degli Uffici tecnici, acquisti, R&D, centri stile di realtà aziendali o studi di design presenti nel data-base aziendale messo a disposizione da Skorpion Engineering, seconda società italiana, in termini di fatturato, di prototipazione rapida e additive manufacturing. Si tratta dunque di un target caratterizzato da un elevato livello di varietà e di conseguenza da diverso background riguardante le tecnologie di Rapid Prototyping/Stampa 3D.

La metodologia scelta per la somministrazione dell'indagine al target prescelto è stata il questionario strutturato su una serie di domande a risposta multipla, chiusa o aperta (a seconda del contenuto), con una prevalente obbligatorietà di risposta. Il questionario è stato strutturato in 2 sezioni: nella prima sono state inserite delle domande generiche per identificare genericamente l'azienda (fatturato, numero dipendenti, settore di appartenenza, ruolo aziendale del contatto, ...) e il profilo dell'utente; la seconda sezione è stata dedicata completamente all'indagine sulla stampa 3D (conoscenza, previsione di investimento, benefici percepiti, ecc.).

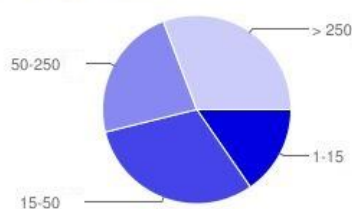
L'indagine è stata somministrata nel mese di Aprile 2015 ed è stata ripartita su due inoltri di mailing: il primo invio è stato effettuato il 17 Aprile 2015 mentre il secondo (sulla mailing list dei contatti che non hanno risposto al primo invio) il 28 Aprile 2015. L'utilizzo dello strumento online Google Drive ha permesso una facile archiviazione dei risultati ed un'agevole lettura dei dati.

L'esposizione dei risultati dell'indagine inizia con l'identificazione del target. All'indagine hanno partecipato attivamente 316 contatti che svolgono la loro attività lavorativa in aziende di medio-grandi dimensioni (prendendo in considerazione il numero di dipendenti, più della metà degli intervistati appartiene ad aziende con più di 15 dipendenti). Quasi un terzo degli intervistati lavora nel settore Automotive; significativa è la percentuale della risposta "Altro" che spinge ad approfondire tale aspetto in futuro. Il resto degli intervistati si ripartisce quasi egualmente sul resto dei settori scelti durante la fase di definizione del questionario, con una particolare presenza del settore industriale.

Dal questionario emerge che la stampa 3D è ancora poco diffusa nei settori del Design e Homeware dove potrebbe avere delle grandi evoluzioni nei prossimi

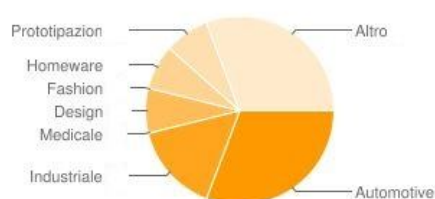
anni in quanto la flessibilità di costruzione che la produzione additiva permette ben si adatta all'estro di architetti, designer e arredatori d'interni.

Numero di dipendenti



1-15	15.4%
15-50	30.8%
50-250	23.1%
> 250	30.8%

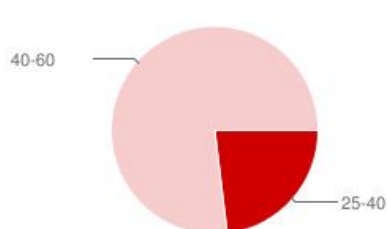
Settore di appartenenza



Automotive	30.8%
Industriale	15.4%
Medicaie	0%
Design	7.7%
Fashion	0%
Homeware	7.7%
Prototipazione/Stampa 3D	7.7%
Altro	30.8%

La maggioranza degli intervistati ha un'età compresa tra i 40 e i 60 anni; ciò è in linea con la relativa giovane età di diffusione delle tecnologie di stampa 3D (considerando gli anni '80 come inizio della loro diffusione a livello mediatico). Tra gli intervistati ci sono: project manager, ingegneri, progettisti, responsabili dei prototipi, di ufficio acquisti, uffici tecnici, dirigenti.

Fascia di età



25-40	23.1%
40-60	76.9%

Il profilo degli intervistati assume una rilevante importanza ai fini dell'indagine in quanto tendenzialmente si tratta di responsabili di aree che hanno potere decisionale per l'acquisto di prototipi/produzioni additive.

La sua opinione è determinante ai fini dell'acquisto?



Se ha risposto no alla domanda precedente indichi chi determina l'acquisto.



Per capire le peculiarità della stampa 3D è utile evidenziare il livello di soddisfazione da parte dell'utente finale per quanto riguarda i due principali punti di forza dell'utilizzo di questo innovativo processo che sono la qualità e la tempistica.

1. Come valuta la qualità dei servizi offerti ?



2. Come giudica la rapidità nello svolgimento del lavoro?



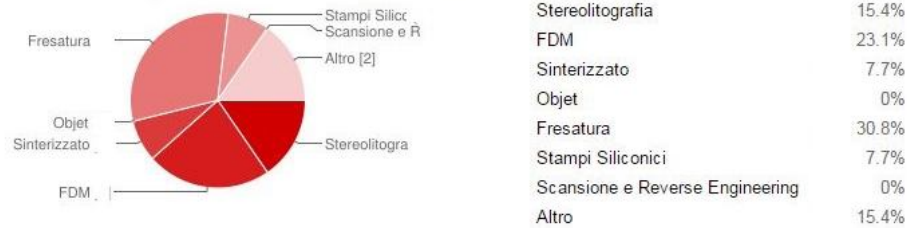
Questo dato è importante in quanto mette in luce la grossa potenzialità che l'additive manufacturing ha, poiché la rapidità di costruzione dei pezzi è di fondamentale importanza soprattutto nelle fasi di ricerca e sviluppo.

Grazie alle domande formulate, si è stati in grado di reperire informazioni utili sulla diffusione e il grado di conoscenza delle varie tecnologie di stampa 3D, i materiali prototipali e definitivi che possono essere utilizzati, le potenzialità e i benefici derivanti dall'introduzione delle tecnologie nella manifattura.

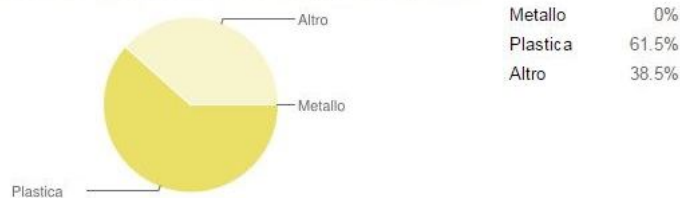
La Stereolitografia e l’FDM sono le tecnologie usate più frequentemente; l’FDM in particolare utilizza materiali definitivi e si può ipotizzare facilmente che sia utilizzata per scopi di produzione oltre che prototipale.

Le materie plastiche sono più utilizzate dei metalli in stampa 3D ma la ragione va oltre la qualità dei materiali o ai fini dei prodotti; la stampa 3D di metalli è ancora poco diffusa e presenta costi elevati.

Quel è la tecnologia che utilizza con maggiore frequenza?



Quel è il materiale che utilizza con maggiore frequenza?

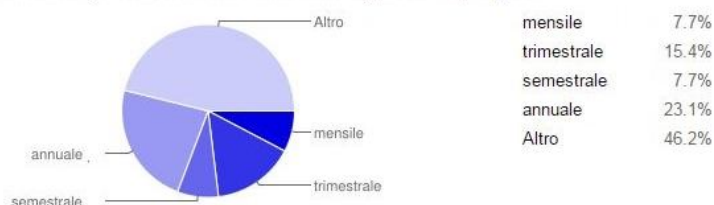


Altro elemento emergente dall’indagine è il prevalente utilizzo delle tecnologie di stampa 3D per lo sviluppo di nuovi progetti/prodotti (quindi utilizzo delle tecnologie per prototipazione e non per realizzazione di prodotti di utilizzo finale). La tendenza delineata dalle risposte degli intervistati è l’utilizzo delle tecnologie di prototipazione rapida/stampa 3D per scopi prototipali ma contemporaneamente si verifica un’elevata attenzione alla qualità dei prototipi, riducendo il margine di errore e i tempi di messa su mercato dei prodotti. La prevalenza di risposte “Altro” alla domanda “Con che frequenza la vostra azienda sviluppa nuovi progetti?” fa presupporre l’esistenza di una mole elevata di nuovi progetti in via di sviluppo che sono condotti in maniera molto frequente (incrociando questo dato con la vivacità delle innovazioni che caratterizzano il periodo storico che si prende in considerazione, si tende ad escludere l’ipotesi che il 46,2% del campione intervistato sviluppi nuovi progetti in un intervallo di tempo superiore all’anno).

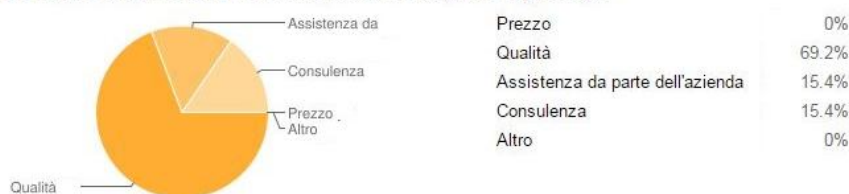
Interessanti sono inoltre le informazioni che emergono da altre due domande somministrate agli intervistati, ossia qual è il fattore determinante nella scelta di acquisto e lo scopo per cui il prototipo è realizzato. Tendenzialmente si può assumere che le aziende hanno oggi necessità di realizzare prototipi che espletino due funzioni importanti, ossia estetiche e funzionali. Il prototipo realizzato con le tecnologie di stampa 3D rappresenta un elemento chiave nel

processo di sviluppo di un nuovo prodotto pertanto l'azienda innovatrice decide di realizzarlo perché vuole contemporaneamente definire il suo valore estetico e funzionale. Per non incorrere in problemi e ritardi per l'avvio della produzione in serie del nuovo prodotto, le aziende selezionano il fornitore di prototipi in base alla qualità percepita.

Con che frequenza la vostra azienda sviluppa nuovi progetti ?



Qual è il fattore determinante nella vostra scelta d'acquisto di prototipi?

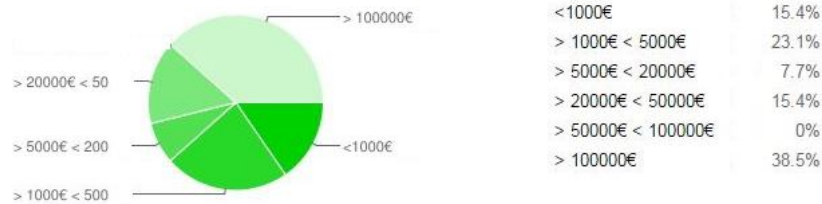


Con che scopo realizzate prototipi?



Per concludere questa sottosezione dell'indagine dedicata all'utilizzo delle tecnologie di stampa3D in ambito prototipale (che, si ricorda, è il campo di applicazione originale che resta ancora oggi quello più intenso), appare utile illustrare il divario emerso in tema di previsione di spesa in prototipi nell'anno corrente. Appare evidente che esistono due situazioni opposte: da un lato, il 38,5% degli intervistati ha quantificato la spesa in un budget superiore ai 100.000,00 € mentre la restante parte afferma che il budget sarà inferiore ai 50.000,00 €.

Quanto investirà la vostra società in prototipi nel 2015?



La parte dell'indagine finora sviluppata è stata concentrata prevalentemente su questioni di tipo tecnico legate all'utilizzo delle tecnologie di stampa 3D, soprattutto, come è emerso, in ambito prototipale. Nel presente lavoro era già emersa la vasta conoscenza della stampa 3D come definizione e potenzialità ma per garantire una maggiore contestualizzazione nel mercato italiano, sono state somministrate delle domande di cultura generale sulla stampa 3D (intesa come manifattura additiva, al di là della sua applicazione prototipale o non) agli intervistati.

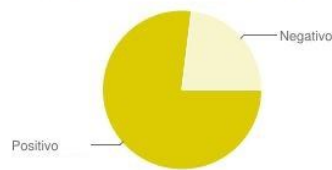
La maggioranza del campione di contatti coinvolti nell'indagine si dichiara almeno mediamente informata sulla stampa 3D.

Quanto si ritiene informato sulla stampa 3D?



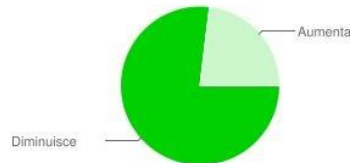
Le informazioni sul fenomeno e sulla rivoluzione manifatturiera a disposizione unita alla conoscenza tecnica utile all'attività lavorativa degli intervistati genera in loro una grande sicurezza. È utile poter associare i diversi gradi di conoscenza all'argomento agli intervistati perché ciò permette di asserire che la stampa 3D considerata in termini di benefici e rilancio per la manifattura non costituisce solo una moda temporanea bensì una materia di studio a cui gli intervistati (e, volendo generalizzare, la gran parte degli attori coinvolti nella manifattura in Italia) si dedicano e che vogliono conoscere in maniera più approfondita.

Che impatto ha la stampa 3D sull'ambiente?



Positivo	76.9%
Negativo	23.1%

Che impatto ha la stampa 3D sul time to market?

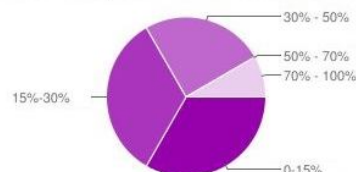


Diminuisce	76.9%
Aumenta	23.1%

Esiste una piccola parte tra gli intervistati che mette in discussione i benefici largamente sponsorizzati derivanti dall'adozione di tecnologie di stampa 3D nella manifattura. Il 23,1%, infatti, sostiene che la stampa 3D abbia un impatto negativo sull'ambiente e che aumenti il time to market dei prodotti. Nonostante la percentuale sia relativamente bassa, si potrebbe pensare di riformulare una seconda release dell'indagine con l'introduzione di campi liberi per permettere la motivazione di tali risposte.

Appare strano infatti che ci sia una parte degli intervistati (73 contatti su 316) che nonostante utilizzi le tecniche di manifattura additiva non ne riconosca i principali benefici.

Quale sarà il risparmio derivante dall'utilizzo della stampa 3D sui costi di produzione entro i prossimi 5 anni?



0-15%	30.8%
15%-30%	30.8%
30% - 50%	23.1%
50% - 70%	0%
70% - 100%	7.7%

Infine, dall'indagine emerge un'ulteriore informazione considerata interessante ai fini di questo lavoro, ossia la possibilità che l'introduzione della stampa 3D in azienda in qualità di processo produttivo permetta una reale riduzione dei costi totali di produzione da qui al 2020. Circa un terzo degli intervistati afferma che, grazie all'introduzione delle tecnologie di stampa 3D nei processi produttivi, si verificherà nei prossimi 5 anni una riduzione dei costi di produzione fino al 15%. Non si parla di prototipazione ma di manifattura additiva con utilizzo di materiali definitivi.

Appare utile dunque concludere con una riflessione in merito alle informazioni emerse dall'indagine. Nonostante il campione sia esiguo in confronto alla totalità di aziende presenti sul mercato italiano, esso si presenta vario e

poliedrico e dunque può essere utilizzato per trarre delle generalizzazioni sul fenomeno. Si può affermare che in Italia esiste, da parte di imprese e di makers, una buona conoscenza, una favorevole predisposizione e fiducia nei confronti delle tecnologie di manifattura additiva e nella loro applicazione sia in ambito prototipale che in ambito di produzione finale. Si presuppone dunque un maggiore sviluppo della materia e una maggiore adozione nei prossimi anni.

Riferimenti bibliografici

Acs, Zoltane David B. Audretsch, 1990, *Innovation and Small Firms*, Cambridge, MA: MIT Press.

Addis, M. e M. B. Holbrook, 2001, "On the conceptual link between mass customization and experiential consumption: An explosion of subjectivity." *Journal of Consumer Behaviour*, 1(1), pp. 50-66.

Alford D., Sackett P., Nelder G., 2000, Mass Customization-an Automotive Perspective, *International Journal of Production Economics*, Vol. 65, pp. 99-110.

Amit, R. e P. J. H. Schoemaker, 1993, "Strategic assets and organizational rent." *Strategic Management Journal*, No. 14(1), pp. 33-46.

Anderson, C., 2006, *The Long Tail: Why the Future of Business Is Selling Less of More*. New York, Hyperion.

Ansari, A. e C. F. Mela, 2003, "E-Customization.", *Journal of Marketing Research*, No. 40(2), pp. 131-145.

Aoki K., 1980, *High speed and exible automated assembly line—why has automation successfully advanced in Japan?*, Proceedings of the 4th International Conference on Production Engineering, Japan Society of Precision Engineering, Tokyo, pp. 1–6.

Audretsch David B., 1995, *Innovation and Industry Evolution*, Cambridge, MA: MIT Press.

Audretsch, David B., 1998, "Agglomeration and the Location of Innovative Activity," *Oxford Review of Economic Policy*, 14(2), 18-29.

Audretsch David B., 1995, *Innovation and Industry Evolution*, Cambridge, MA: MIT Press.

Azzone G., *Innovare il sistema di controllo di gestione*, Etaslibri, Milano, 1994

Baccarani C., Golinelli G. M. (2011) Per una rivisitazione delle relazioni tra impresa e territorio, in *Sinergie*, CUEIM, n.84, pp. 7-13.

Baertlein, L., 2009, *Recession takes bite out of brand loyalty: study*. Reuters, Los Angeles.

Bardakci, A. e J. Whitelock (2003). "Mass-customisation in marketing: the consumer perspective." *Journal of Consumer Marketing*,. No. 20(5), pp. 463-479.

Blecker, T., et al., 2005 *Information and management systems for product customization*. New York, Springer Science+Business Media

Boari C., Lipparini A. (1999) Networks within Industrial Districts: Organising Knowledge Creation and Transfer by Means of Moderate Hierarchies, in *Journal of Management and Governance*, Kluwer Academic Publishers, vol. 3, 4, pp. 339-360.

Bock S., Rosenberg O., 2000, Supporting an Efficient Mass Customisation by Planning Adaptable Assembly Lines, *Proceedings of the International ICSC Congress on Intelligent Systems and Applications ISA 2000*, Vol. 2, pp. 944-951.

Bolton B., Thomson J. (2000) *Entrepreneurs: talent, temperament, technique*, Butterworth-Heinemann, Oxford

Bound J. et al., "Who Does R&D and Who Patents?" *R&D, Patents and Productivity*, Chicago: University of Chicago Press, (1984), pp. 21-54.

Broekhuizen, T. L. J. e K. J. Alsem, 2002, "Success Factors for Mass Customization: A Conceptual Model." *Journal of Market-Focused Management*, No. 5, pp. 309-330.

Brouwer E. e Kleinknecht A., 1996, *Determinants of innovation and diffusion*. Kleinknecht, A. (ed.). MacMillan Press, p. 99-124

Brown, S. e J. Bessant, 2003, "The manufacturing strategy-capabilities links in mass customisation and agile manufacturing - an exploratory study." *International Journal of Operations & Production Management* No. 23(7/8), pp. 707-730

Brynjolfsson, E., Y. Hu e M. D. Smith, 2010, "The Longer Tail: The Changing Shape of Amazon's Sales Distribution Curve." <http://ssrn.com/abstract=1679991> (February 22, 2011)

Brynjolfsson, E., Y. Hu e M. D. Smith, 2006, "From Niches to Riches: Anatomy of the Long Tail." *MIT Sloan Management Review*, No. 47(4), pp. 67-71

Brynjolfsson, E., Y. J. Hu e D. Simester, 2011, "Goodbye Pareto Principle, Hello Long Tail: The Effect of Search Costs on the Concentration of Product Sales." *Management Science*, No. 47(8), pp. 1373-1386

Carmeli, A. e A. Tishler, 2004, "The relationships between intangible organizational elements and organizational performance." *Strategic Management Journal* No. 25(13), pp. 1257-1278

Chamberlin, E. H., 1962, *The Theory of Monopolistic Competition: A Reorientation of the Theory of Value.*, Cambridge, MA, Harvard University Press

Ciarla, R., 2005, *The Eternal Army: The Terracotta Soldiers of the First Emperor.*, New York, White Star Publishers.

Codeluppi V., 2002, *Consumo e comunicazione: merci, messaggi e pubblicità nelle società contemporanee*, Franco Angeli, Milano.

Codeluppi V., 2010, Tra produzione e consumo. Processi di cambiamento della società italiana, Franco Angeli, Milano.

Codeluppi V., 2010, *Dalla Produzione al consumo. Processi di cambiamento delle società contemporanee*. Franco Angeli, Milano

Codeluppi fa qui riferimento al volume "La distinzione" di Pierre Bourdieu (1983)

Day, G. S., 1994, "The capabilities of market-driven organization." *Journal of Marketing*, No. 58(10), pp. 37-52.

Damanpour F., Gopalakrishnan S., 1999, *Organizational Adaptation and Innovation: The Dynamics of Adopting Innovation Types*, in Brockhoff K., Chakrabarti A., Hauschild J. (eds.), *The Dynamics of Innovation*, Springer, Berlin.

Davis, S., 1987, *Future Perfect*. Reading, Addison-Wesley

Dellaert, B. G. C. e S. Stremersch, 2005, "Marketing Mass-Customized Products: Striking a Balance Between Utility and Complexity." *Journal of Marketing Research XLII*(May 2005), pp. 219-227.

Dosi G., "Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change", *Research Policy*, 1982, vol.11, n.3, pag.147-162

Duray, R., et al., 2000, "Approaches to mass customization: configurations and empirical validation." *Journal of Operations Management* No. 18, pp. 605-625

Eastwood, M. A., 1996, "Implementing mass customization." *Computers in industry* ,No. 30(3), pp. 117-174.

Ettlie, J.E., 1995, Product-Process Development Integration in Manufacturing, *Management Science*, Vol. 41, No. 7, pp. 1224–1237.

Fabris G., 2003, *Il nuovo consumatore: verso il postmoderno*, Franco Angeli, Milano

Falkenberg, L., 1998, "Virtually made to order: mass customization approach." *Money*, No. 1(2), pp. 60-61.

Feitzinger, E. e H. L. Lee, 1997, "Mass customization at Hewlett-Packard: The power of postponement." *Harvard Business Review (January-February)*, pp. 116-121.

Felton B., 2001, Experts Agree: Mass Customization is Almost Here, *Journal of Future Factory*, No. 4, pp. 45-47.

Ferraresi M., 2005, *La società dei consumi. Lessico della Postmodernità*, Carocci Editore, Roma.

Ford, H. e S. Crowther, 1922, *My Life and Work*, New York, Doubleday.

Franke, N. e E. von Hippel (2003). "Satisfying heterogeneous user needs via innovation toolkits: the case of apache security software." *Research Policy*, No. 32(7), pp. 1199-1215.

Franke, N., H. Reisinger e D. Hoppe, 2009, "Remaining within-cluster heterogeneity: a meta-analysis of the "dark side" of clustering methods." *Journal of Marketing*, No. 25(3 & 4), pp. 273-293.

Franke, N. e M. Schreier, 2010, "Why Customers Value Self-Designed Products: The Importance of Process Effort and Enjoyment." *Journal of Product Innovation Management*, No. 27(7), pp. 1020-1031.

Freeman C., 1974, *The Economics of Industrial Innovation*, Harmondsworth: Penguin Books.

Fiore, A. M., S.-E. Lee e G. Kunz (2004). "Individual Differences, Motivations, and Willingness to Use a Mass Customization Option for Fashion Products." *European Journal of Marketing* ,No. 38(7), pp. 835-849.

Fulkerson B., 1997, A Response to Dynamic Change in the Market Place, *Journal of Decision Support Systems*, Vol. 21, pp. 199-214

Gagné, M. e E. L. Deci, 2005, "Self-determination theory and work motivation." *Journal of Organizational Behavior*, No. 26(June),pp. 331-362.

Garcia, R. e R. J. Calantone, 2002 "A Critical Look at Technological Innovation Typology and Innovativeness Terminology: A Literature Review." *Journal of Product Innovation Management*, No. 19(2), pp. 110-132.

Gershenson, J.K., G.J. Prasad e Y. Zhang, 2004, "Product Modularity: Measures and Methods." ,*Journal of Engineering Design*, Vol. 15, Number 1.

Gershenson J.K., 1995, "Incorporation of Life-cycle Requirements into the Product Definition Process," Ph.D.Dissertation, University of Idaho.

Gilder G., 1989, *Microcosm: The Quantum Revolution in Economics and Technology*, New York: Simon and Schuster

Gilmore, J. H. e B. J. Pine (2000). *Markets of One: Creating Customer-Unique Value through Mass Customization.*, Boston, Harvard Business School Publishing.

Gourville, J. T. e D. Soman, 2005, "Overchoice and Assortment Type: When and Why Variety Backfires." *Marketing Science*, No. 24(3), pp. 382-395

Gownder, J. P., et al., 2011, *Mass Customization Is (Finally) The Future of Products*. Forrester Research Inc,

Griffin, A., and Page A.L. "An Interim Report on Measuring Product Development Success and Failure". *Journal of Product Innovation Management*, 10: 291-308 (1993);

Griffin, A., and Page A.L. "PDMA Success Measurement Project: Recommended Measures for Product Development Success and Failure". *Journal of Product Innovation Management*, 13: 478-496, (1996).

Hart, C. W. L., 1995, "Mass customization: conceptual underpinnings, opportunities and limits." *International Journal of Service Industry Management*, No. 6(2), pp. 36-45.

Hayes, R. H. e G. P. Pisano, 1996, "Manufacturing strategy: at the intersection of two paradigm shifts." *Production and Operations Management* No. 5(1), pp. 25-34.

Hayes R.H., Wheelwright S.C., 1979, *Link Manufacturing Process and Product Life Cycles*, *Harvard Business Review*, Jan.-Feb. 1979, pp. 133–140.

Heikkila J., 2002, From Supply to Demand Chain Management: Efficiency and Customer Satisfaction, *Journal of Operations Management*, Vol. 20, pp. 747-767.

Helander M., Jiao J., 2002, Research on E-product Development (ePD) for Mass Customization, *Technovation*, Vol. 22, pp. 717-724.

Henderson R. e Clark K., "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, 1990

Hendler, R. (1975). "Lancaster's New Approach to Consumer Demand and Its Limitation." *American Economic Review*, No. 65(1), pp. 194-199 Cambridge, MA

Hertel, G., S. Niedner e S. Herrmann, 2003, "Motivation of software developers in Open Source projects: an Internet-based survey of contributors to the Linux kernel." *Research Policy* No.32(July), pp. 1159-1177

Howe N., Strauss W., 2000, *Millennials rising: The next great generation*. Vintage Books, New York.

Ihl, J. C., 2009, *Marketing for Mass Customization: Consumer behavior and marketing policies in the context of customizable products. Dissertation.*, Institute for Information, Organization and Management, Technische Universität München - TUM Business School. Munich.

Inglehart, R., 1997, *Modernization and Postmodernization: Cultural, Economic, and Political Change in 43 Societies*. Princeton, Princeton University Press.

Jiang, K., H. L. Lee e R. W. Seifert, 2006, "Satisfying customer preferences via mass customization and mass production." *IIE Transactions*, No. 38(1), pp. 25-38.

Jim Kor, "URBEE: Designing with Digital Manufacturing in Mind," 2012, p. 8

John E. Barnes et al., "Evaluation of Low Cost Titanium Alloy Products," *Materials Science Forum*, Aprile 2009, vols 618-619, p. 165

Kaplan, A. M. e M. Haenlein, 2006, "Toward a Parsimonious Definition of Traditional and Electronic Mass Customization." *Product Innovation Management*, No. 23, pp. 168-182

Kaplan, A. M., D. Schodere M. Haenlein, 2007, "Factors Influencing the Adoption of Mass Customization: The Impact of Base Category Consumption Frequency and Need Satisfaction." *The Journal of Product Innovation Management*, No. 24, pp. 101-116.

Keith, R. J., 1960, "The Marketing Revolution." *Journal of Marketing*, No. 24(1), pp. 35-38.

Kidd P. T., 1994, *Agile Manufacturing: Forging New Frontiers*, Reading, MA: Addison-Wesley

Kim J.S., Ritzman L.P., Benton W.C., Snyder D.L., 1992, Linking Product Planning and Process Design Decisions, *Decision Sciences*, Vol. 23, pp. 44-60.

Kotha, S. (1995). "Mass Customization: Implementing the Emerging Paradigm for Competitive Advantage." *Strategic Management Journal*, No. 16, pp. 21-42.

Kotha, S., 1996, Mass-customization: a Strategy for Knowledge Creation and Organizational Learning, *International Journal of Technology Management*, Vol. 11, No. 7, pp. 846-859.

Kotler, P., 1977, "From sales obsession to marketing effectiveness." *Harvard Business Review*, No. 55(6): pp. 67-75.

Kotler, P., 1967, *Marketing Management: Analysis, Planning, and Control*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.

Kotler, P., 1989, "From mass marketing to mass customization." *Strategy & Leadership* No. 17(5), pp. 10-47.

Kumar, A., 2007, "From mass customization to mass personalization: a strategic transformation." *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, No. 19(4), pp. 533-547.

Kusiak A., 2000, *Computational Intelligence in Design and Manufacturing*, New York: John Wiley

Lancaster, K. J., 1966, "A New Approach to Consumer Theory." *Journal of Political Economy*, No. 74(1), pp. 132-157.

Lancaster, K. J., 1971, *Consumer Demand: A New Approach.*, New York, Columbia University Press.

Langlois R. N., Robertson P. L., 1992, *Networks and innovation in a modular system: lessons from the microcomputer and stereo component industries*, Research Policy

Lee S., Kunz G., Fiore A., Campbell J. R., 2002, Acceptance of Mass Customization of Apparel: Merchandising Issues Associated With Preference for Product, Process, and Place, *Journal of Clothing and Textiles Research*, Vol. 20, No. 3, pp. 138-146.

Link A. e Bozeman B., 1991, Innovative behavior in small-sized firms. *Small Business Economic*, Vol. 3, pp. 179-184.

Lytard J.F., 1984, *The Postmodern Condition: a Report of Knowledge*, Manchester University Press 1984

Mattila, A. S. e J. Wirtz, 2001, "Congruency of Scent and Music as a Driver of In-Store Evaluations and Behavior.", *Journal of Retailing*, No. 77(2), pp. 273-289

McCaffrey L., 1991, *Storming the Reality Studio: A Casebook of Cyberpunk and Postmodern Science Fiction*, Duke University Press, Mississippi

McCarthy I, 2004, "Special issue editorial: the what, why and how of mass customization." *Production Planning & Control* No. 15(4), pp. 347-351.

McKinsey , *Disruptive technologies: advances that will transform life, business, and the global economy*, Global Institute, Maggio 2013

McWilliams, J., 2010, *Rise of the machines: Coke bets on Freestyle growth. The Atlanta Journal-Constitution*. URL: <http://www.ajc.com/business/rise-of-the-machines-581358.html>. (January 15, 2011).

Merle, A., et al., 2010, "Perceived Value of the Mass-Customized Product and Mass Customization Experience for Individual Consumers." *Production & Operations Management*, No. 19(5), pp. 503-514.

Michel, S., et al., 2009, "Mass-customized products: are they bought for uniqueness or to overcome problems with standard products?", *Journal of Customer Behaviour*, No. 8(4), pp. 307-327.

Milling P.M., 1996, *Modeling Innovation Processes for Decision Support and Management Simulation*, System Dynamics Review, Vol. 12, No. 3, pp. 211-234.

Nelli R. P., Bensi P., 2007, *Il product placement nelle strategie di convergenza della marca nel settore dell'intrattenimento*, Vita & Pensiero, Milano.

Newcomb P. J., Bras B., Rosen D. W., 1996, *Implications of modularity on product design for the life cycle*, ASME Design Theory and Methodology Conference, ASME Press, New York, pp. 71-77.

Norton, M. I., D. Mochon e D. Ariely, 2011, "The IKEA effect: When labor leads to love

Ostergaard P., Jantzen C., 2000, *Shifting perspectives in consumer research: from buyer behavior to consumption studies*, in S. C. Beckmann, R. H. Elliot (a cura di), *Interpretive Consumer Research: Paradigms, Methodologies & Applications*, Copenhagen Business School Press, Copenhagen.

Pahl G., Beitz W., 1988, *Engineering Design*, Berlin: Springer-Verlag

Payne, A. e P. Frow, 2005, "A Strategic Framework for Customer Relationship Management." *Journal of Marketing*, No. 69(4), pp. 167-176.

Peteraf, M. e R. Reed, 2007, "Managerial discretion and internal alignment under regulatory constraints and change." *Strategic Management Journal*, No. 28(11), pp. 1089-1112.

Pierce, J. L., T. Kostova e K. T. Dirks, 2003, "The state of psychological ownership: Integrating and extending a century of research." *Review of General Psychology*, No. 7(1), pp. 84-107.

Piller, F. T., 2005, "Mass Customization: Reflections on the State of the Concept." *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, No. 16(4), pp. 313-334.

Piller, F. T. e A. Kumar, 2007, "Mass Customization & Financial Services: Providing custom products and services with mass production efficiency." *Journal of Financial Transformation*, 18 November 2007, pp. 125-131.

Piller, F. T., 2009, *Mass Customization Media Blitz in the German Press*. Mass Customization & Open Innovation News. URL: <http://mass->

customization.de/2009/10/mass-customization-media-blitz-in-the-german-press.html. (November 26, 2010).

Piller F., Stotko C., 2002, Mass Customization: Four Approaches to Deliver Customized Products and Services With Mass Production Efficiency, *Proceedings of the 2002 IEEE International Engineering Management Conference*, St. John's College, Cambridge, UK, August 2002.

Pine, B. J., 2009, "The Future of Mass Customization" in *5th World Conference on Mass Customization and Personalization (MCPC)*. Helsinki, Finland. October 4-8, 2009

Pine, B. J. (1993). *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Cambridge, Mass., Harvard Business School Press.

Pine J., Victor B., Boynton A., 1993, Making Mass Customization Work, *Harvard Business Review*, No. 9, pp. 108-119.

Pisano G.P., 1997, *The Development Factory: Unlocking the Potential of Process Innovation*, HBS Press, Boston, Mass.

Podestà S., Addis M., 2003, "Il postmodernismo: alla ricerca dell'introvabile", *Finanza marketing e produzione*, Vol. 21, Fas. 1, pp. 5–41.

Portal, J. e Q. Dan, 2007, *The First Emperor: China's Terracotta Army*. London, British Museum Press.

Porter, M. E., 1996, "What is strategy?" *Harvard Business Review*, No. 74(6), pp. 61-78.

Porter, M. E., 1980, *Competitive Strategy*. New York, U.S., The Free Press.

Porter, M. E., 1985, *Competitive Advantage*. New York, U.S., The Free Press.

Prahalad, C. K. e G. Hamel, 1990, "The Core Competence of the Corporation." *Harvard Business Review* No. 68(3), 79-91.

Prahalad, C. K. e V. Ramaswamy, 2004, *The future of competition: co-creating unique value with customers.*, Boston, MA, Harvard Business School Press

Radder, L. e L. Louw, 1999, "Mass customization and mass production." *The TQM Magazine*, No. 11(1), pp. 35-40

Rothwell R., 1989, *The strategic management of re-innovation*, in *R&D Management*, Vol. 19, Issue 2, pp. 147–160

Ruddy M., 2002, Mass Customization Now Closer Than Ever, *Journal of Machine Design*, No. 6, pp. 59-61.

SAITA M., SARACINO P., *Economia aziendale*, Giuffrè editore

Salvador, F., Holan P. M. d.,Piller F., 2009, "Cracking the Code of Mass Customization." MIT Sloan Managment Review

Salvador, F., et al., 2008, "Strategic Capabilities for Mass Customization: Theoretical Synthesis and Empirical Evidence." *Acadamy of Management Proceedings*, pp. 1-6.

Salvador, F., P. M. d. HolaneF.Piller, 2009, "Cracking the Code of Mass Customization." *MIT Sloan ManagmentReview*, No. 50(3), pp. 71-78

Salvador, F. e F. T. Piller, 2009, "Cracking the Code of Mass Customization." Plenary Talk durantel'evento5th *World Conference on Mass Customization and Personalization (MCPC)*. Helsinki, Finland. October 4-8, 2009.

Sanchez R., 1996, *Strategic product creation: managing new interactions of technology, markets, and organizations*, European Management Journal, No. 14(2), pp. 121–138.

Sanderson, M. e Uzumeri, M., "Managing Product Families: The Case of the Sony Walkman", Research Policy, Vol. 24, No. 5, pp.761-782,

Schreier, M., 2006, "The value increment of mass customized products: an empirical assessment." *Journal of Consumer Behaviour*, No. 5(4), pp. 317-327.

Schwalbach e Joachim, 1991, "Small Business in German Manufacturing," *Small Business Economics*, Vol. 1(2), pp. 129-136.

Selladurai, R. S., 2004, *Mass customization in operations management: oxymoron or reality?*, Omega, New York.

Sheth, J. N., R. S. Sisodiae A. Sharma,2000, "The antecedents and consequences of customer-centric marketing." *Journal of the Academy of Marketing Science*,No. 28(1), pp. 55-66.

Siggelkow, N., 2002, "Evolution toward fit." *Administrative Science Quarterly*,No. 47(1), pp. 125-159.

Silveira G., Borenstein D., Fogliatto F., 2001, Mass Customization: Literature Review and Research Directions, *International Journal of Production Economics*, Vol. 72, pp. 1-13.

Siri G., 2004. *Psicologia del consumatore*,McGraw Hill, Milano, 2012, pagina 300

Smirnov Y., 1999,*Manufacturing Planning Under Uncertainty and Incomplete Information*, At the "Planning under Uncertainty" section of AAAI Spring Symposium, Stanford, 1999

Smith, W. R., 1956, "Product differentiation and market segmentation as alternative marketing strategies.",*Journal of Marketing*,No. 21(3), pp. 3-8.

Snyder, C. R. e H. L. Fromkin, 1997, "Abnormality as a positive characteristic: The development and validation of a scale measuring need for uniqueness." *Journal of Abnormal Psychology*, No. 86(5), pp. 518-527.

Snyder, C. R., 1992, "Product Scarcity by Need for Uniqueness Interaction: A Consumer Catch-22 Carousel? ." *Basic and Applied Social Psychology*, No. 15(1), pp. 9-24.

Spira, J. S., 1993, "Mass customization through training at Lutron electronics." *Strategy & Leadership*, No. 21(4), pp. 23-24.

Squire, B., et al., 2006, "The impact of mass customisation on manufacturing trade-offs." *Production and Operations Management*, No. 15(1), pp. 10-21.

Steffens J., 1994, *AT&T adopts a global manufacturing architecture*, *Manufacturing Systems*, Vol. 13(1), pp. 34-39.

Svensson C., Barfod A., 2002, Limits and Opportunities in Mass Customization for "Build to Order" SMEs, *Computers in Industry*, Vol. 49, pp. 77-89.

Tait N., 2001, Mass Customization the New Trend, But Why?, *Knitting International*, No. 3, pp. 22-25.

Tian, K. T., W. O. Bearden e G. L. Hunter, 2001, "Consumers' need for uniqueness: scale development and validation", *Journal of Consumer Research*, No. 28(1), pp. 50-66.

Teece, D. J., G. Pisano e A. Shuen, 1997, "Dynamic Capabilities and Strategic Management." *Strategic Management Journal*, No. 18(7), pp. 509-533.

Teece (D.J. Teece, "Profiting from technological innovation: Implications for integration collaboration, licensing and public policy", *Research Policy*, 15, 1986, pp. 285-305

Thomas, M.J., 1997, *Consumer market research: Does it have validity? Some postmodern thoughts*. *Marketing Intelligence & Planning*, Vol. 15 (2), pp. 54-59.

Toffler, A., 1970, *Future Shock*., New York, Random House.

Toffler, A., 1980, *The Third Wave*. New York, Bantam Books

Tseng, M., J. Jiao, 2001, Mass Customization. in: *G. Salvendy (Eds.): Handbook of Industrial Engineering*. New York

Tseng M., Lei M., Su C., Wei W., 1997, A market-like Coordination for Mass Customization Manufacturing, *6th Industrial Engineering Research Conference Proceedings*, pp. 972-977.

Tseng M., Lei M., Su C., 1997, A Collaborative Control System for Mass Customization Manufacturing, *Annals of the CIRP*, Vol. 46, No. 1, pp. 373-376.

Tu, Q., M. A. Vonderembse e T. S. Ragu-Nathan, 2001, "The impact of time based manufacturing practices on mass customization and value to customer." *Journal of Operations Management*, No. 19, pp. 201-217

Ulrich K., Tung K., 1991, *Fundamentals of product modularity*, in A. Sharon, R. Behun, F. Prinz, L. Young (eds) *Issues in Design Manufacture/Integration*, New York: ASME

Utterback J.M., Abernathy W.J., 1975, *A Dynamic Model of Process and Product Innovation*, Omega, The Int. JI of Mgmt Sci., Vol. 3, No. 6, pp. 639-656.

Van H. R. I., 2001, The Rediscovery of Postponement a Literature Review and Directions for Research, *Journal of Operational Management*, Vol. 19, pp. 161-184.

Van Hoek, R. I., E. Peelen e H. R. Commandeur (1999). "Achieving Mass Customization Through Postponement: A Study of International Changes." *Journal of Market-Focused Management* No. 3(3-4), pp. 353-368.

Vargo, S. L. e R. F. Lusch, 2004, "Evolving to a New Dominant Logic for Marketing." *Journal of Marketing*, No. 68(January) pp. 1-17.

Vejlgaard H., 2008, *Trend. Capire oggi quello che farà tendenza domani*, Etas, Milano

Wikström, S., 1996, "Value creation by company-consumer interaction." *Journal of Marketing Management*, No.12(5), pp. 359-374

Whitney D. E., 1993, *Nippondenso Co. Ltd: a case study of strategic product design*, Research in Engineering Design, No. 5(1), pp. 1-20.

Williams, C. C., 2004, "A lifestyle choice? Evaluating the motives of do-it-yourself (DIY) consumers." *International Journal of Retail & Distribution Management*, No. 32(5), pp. 270-278.

Wind, J. e A. Rangaswamy, 2001, "Customerization: The next revolution in mass customization." *Journal of Interactive Marketing* No. 15(1), pp. 13-32.

Woolsey J. P., 1994, *Air Transport World*, Vol. 33(1), pp. 22-31

Sitografia

<http://www.treccani.it/enciclopedia/innovazione/>

http://www.treccani.it/enciclopedia/modularita_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/

http://www.physicstoday.org/resource/1/phtoad/v64/i10/p25_s1?bypassSSO=1

<http://www.mrmann.co.uk/long-exposure-series-attracted-to-light>

<http://www.bbc.com/news/technology-14030720>

<http://techcrunch.com/2011/03/01/printing-food-with-3d-printers/>

<http://www.united-academics.org/magazine/2865/researchers-use-a-3d-printer-to-make-bone-like-material/>

<http://www.kurzweilai.net/the-chemputer-that-could-print-out-any-drug>

<http://www.bbc.co.uk/news/technology-17760085>

<http://inhabitat.com/scientists-use-3d-printer-to-create-first-printed-human-vein/>

<http://3dprintingreviews.blogspot.co.uk/2012/09/3d-printing-wood-grain.html>

http://www.physicstoday.org/resource/1/phtoad/v64/i10/p25_s1?bypassSSO=1

<http://www.wohlersassociates.com/2011contents.htm>

http://news.illinois.edu/news/12/0112ink_JenniferLewis.html

<http://engineering.illinois.edu/news/2011/03/15/3d-printing-method-advances-electrically-small-antenna-design>

<http://www.contourcrafting.org/>

<http://www.tomshardware.co.uk/3D-Printer-Homes-housing-printing,news-39380.html>

<http://www.the9billion.com/2012/08/15/a-huge-3d-printer-can-build-a-custom-enviro-friendly-house-in-20-hrs/>

<http://www.wohlersassociates.com/2011contents.htm>

<http://www.scientific.net/MSF.618-619.165>

<http://cen.acs.org/articles/89/i46/Personal-Manufacturing.html>

<http://www.stratasys.com/Resources/Case-Studies/Consumer-Product-FDM-Technology-Case-Studies/Akaishi.aspx>

<http://www.stratasys.com/Resources/Case-Studies/Aerospace-FDM-Technology-Case-Studies/Bell-Helicopter.aspx>

http://www.industryweek.com/articles/additive_manufacturing_goes_mainstream_26805.aspx?ShowAll=1

<http://www.stratasys.com/Resources/Case-Studies/Military-FDM-Technology-Case-Studies/Case-Study.aspx>

<http://www.stratasys.com/Resources/Case-Studies/Military-FDM-Technology-Case-Studies/Sheppard-Air-Force-base.aspx>

<http://news.virginia.edu/content/student-engineers-design-build-fly-printed-airplane>

<http://www.zcorp.com/en/Solutions/Geospatial/U.S.-Military-Better-Visualizes/spage.aspx>

<http://www.usatoday.com/money/industries/manufacturing/story/2012-07-10/digital-manufacturing/56135298/1>

<http://www.enterpriseconnect.gov.au/media/Documents/Publications/Additive%20Manufacturing%20Tech%20Roadmap.pdf>

<http://www.aa.com/i18n/aboutUs/environmental/article2.jsp>

http://www.afr.com/p/national/local_firm_leads_with_manufacturing_cdMd7rMhCh9CalDDxrRorI

<http://online.wsj.com/article/SB10001424052702303933404577505080296858896.html?KEYWORDS=boeing+3D+printing>

<http://www.space.com/16656-space-manufacturing-3d-printing.html>

<http://www.makepartsfast.com/2011/12/3007/3d-printings-stellar-amazing-year>

www.stratasys.com/Resources/Case-Studies/Aerospace-FDM-Technology-Case-Studies/NASA.aspx

<http://gizmodo.com/5815588/3d-printer-harnesses-the-sun-to-transform-egyptian-sand-into-glass>

<http://www.insideline.com/car-news/urbee-hybrid-breaks-cover-in-manitoba.html>

<http://www.winnipegfreepress.com/business/Local-electricethanol-car-definitely-a-labour-of-love-168764056.html>

<http://www.materialise.com/cases/the-areion-by-formula-group-t-the-world-s-first-3d-printed-race-car>

<http://www.stratasys.com/Resources/Case-Studies/Automotive-FDM-Technology-Case-Studies/BMW-Manufacturing-Tools.aspx>

<http://www.wohlersassociates.com/2011contents.htm>

<http://www.bbc.co.uk/news/technology-16907104>

<http://www.eetimes.com/design/medical-design/4391426/High-tech-implants-resist-infection>

<http://singularityhub.com/2012/06/08/3d-printed-prosthetics-company-bespoke-acquired-by-3d-systems/>

<http://venturebeat.com/2012/08/03/3d-printer-little-girl-magic-arms/>

<http://www.shapeways.com/about/>

<http://printrbot.com/shop/printrbot-lc/>

<http://www.thingiverse.com/newest>

<http://www.dimensionprinting.com/successstories/successstoryview.aspx?view=57&title=Southview+Middle+School+Gets+a+a+Grip+on+Design+with+Dimension+3D+Printing>

http://www.core77.com/blog/digital_fabrication/forum_frenzy_public_library_in_adelaide_offering_free_3d_printing_resources_23417.asp

<http://www.thingiverse.com/thing:499>

<http://www.thingiverse.com/thing:6008>

<http://www.popularmechanics.com/cars/jay-leno/technology/4320759>

http://news.cnet.com/8301-13772_3-57318231-52/autodesk-bringing-3d-modeling-to-the-masses/

<http://3dprintingreviews.blogspot.co.uk/2012/08/3d-printing-its-software-stupid.html>