



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Gestionale

**ANALISI E PROFILAZIONI DI POTENZIALI CLIENTI PER UN LABORATORIO DI
RICERCA SULLA STAMPA 3D**

**ANALYSIS AND PROFILING OF POTENTIAL CUSTOMERS FOR A RESEARCH
LABORATORY ON 3D PRINTING**

Relatore: Chiar.mo/a

Prof. ALESSIO VITA

Tesi di Laurea di:

MARCO MAURIZIO

A.A. 2021/ 2022

SOMMARIO

<i>INTRODUZIONE</i>	4
<i>1. FERMOTECH</i>	5
<i>1.1 ADDITIVE MANUFACTURING</i>	7
<i>1.1.2 TIPOLOGIE DI ADDITIVE MANUFACTURING</i>	8
<i>1.1.3 MATERIALI E RELATIVE APPLICAZIONI</i>	11
<i>1.1.4 TRATTAMENTI DEI MANUFATTI</i>	13
<i>2. COSTUMER DISCOVERY</i>	15
<i>2.1 JAVELIN BOARD</i>	17
<i>2.1.1 GLI ELEMETI DELLA JAVELIN BOARD E COME COMPILARLA</i>	18
<i>2.2 INTERVISTE DI VALIDAZIONE</i>	23
<i>2.3 PROBLEM-SOLUTION FIT CANVAS</i>	24
<i>3. STAMPA 3D</i>	25
<i>3.1 FUNZIONAMENTO</i>	26
<i>3.2 MATERIALI E PROCESSI PER LA STAMPA 3D</i>	26
<i>3.3 APPLICAZIONI E UTILIZZO</i>	32
<i>4. GOOGLE FORMS</i>	36
<i>4.1 CREAZIONE DEL MODULO GOOGLE FORMS</i>	36
<i>4.2 ARCHIVIAZIONE DELLE RISPOSTE IN FOGLI GOOGLE</i>	38
<i>4.3 PRO E CONTRO DI GOOGLE FORMS</i>	39
<i>5. FORMULAZIONE DEL QUESTIONARIO</i>	40
<i>5.1 ANALISI QUESTIONARIO</i>	41
<i>5.2 CORRELAZIONI TRA LE DOMANDE</i>	51
<i>CONCLUSIONI</i>	52
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	54
<i>SITOGRAFIA</i>	54

INTRODUZIONE

Il lavoro di tesi nasce dalla necessità della FermoTech, di andare ad accrescere il numero di clienti offrendo i propri mezzi, andando indagare su quali aziende sono a conoscenza della stampa 3D e se può essere utile nel loro mercato e nella loro produzione. Nel dettaglio, in questo lavoro di tesi, viene illustrato lo svolgimento dell'indagine eseguita sul territorio Fermano, utilizzando la tecnica di Customer Discovery, andando a sottoporre un questionario alle aziende del territorio utilizzando lo strumento di creazione moduli Google Forms. Tale modulo è stato creato anche per andare ad indagare su alcuni problemi che riscontrano le aziende e su come cercano di risolverli. Attraverso i problemi che vengono riscontrati e su come vengono affrontati si cerca di introdurre il concetto di stampa 3D in modo da verificare se le aziende sono a conoscenza di questa tecnologia, se può andare a risolvere tali problemi che vengono riscontrati e se può essere utile per la produzione. Il primo capitolo della tesi è dedicato alla presentazione del laboratorio FermoTech e sulla suddivisione delle sue aree di ricerca, il capitolo prosegue con la spiegazione di una di queste aree di ricerca, additive manufacturing, delle sue tipologie, materiali e applicazioni. Il secondo capitolo si apre spiegando il processo della Customer Development e sulle fasi da cui è composta, successivamente si collega alla fase, che ha portato alla creazione del questionario sottoposto alle aziende, della Customer Discovery spiegandone le funzionalità e la struttura. Una volta conclusa la spiegazione di questa fase il capitolo continua con l'illustrazione delle attività che la Customer Discovery utilizza per trovare i problemi. Il terzo capitolo tratta della stampa 3D e dopo un cenno sulla storia di questa tecnologia, si passa al suo funzionamento e ad i materiali, plastici e metallici, ed i processi che vengono utilizzati da queste stampanti. Il capitolo continua andando a mettere in evidenza i vantaggi di questa particolare innovazione, di come sia molto diffusa in vari settori delle industrie e di come si stia sviluppando a seconda delle varie esigenze. Il quarto capitolo riguarda Google forms, la piattaforma utilizzata per andare a creare il questionario che successivamente è stato sottoposto alle aziende, andando a spiegare la creazione dei moduli, l'archiviazione delle risposte in fogli Google e si conclude con i pro e i contro di questa applicazione. Il quinto capitolo si apre con una spiegazione generale sull'indagine svolta, prosegue con l'analisi dettagliata delle domande e delle risposte delle aziende e si conclude con una correlazione tra alcune domande.

1. FERMOTECH

La FermoTech opera come laboratorio, che si occupa di tecnologie e soluzioni innovative a favore delle imprese del territorio, e come centro di progettazione della ricerca industriale in contesti nazionali ed europei. FermoTech identifica la Piattaforma Collaborativa Fermana della Regione Marche, centro tecnologico di eccellenza che mira a una collaborazione sinergica ed efficace tra mondo accademico e industria. NEXTLAB è stata la Società di consulenza che si è occupata di progettare e coordinare la nascita di FERMOTECH nell'ambito degli ITI Urbani "Fermo 0-99+". Finanziata con risorse a valere sul POR FESR 2014-2020 asse I az. 2.1 l'attuazione del progetto FERMO TECHNOLOGY lab for "Made in Italy", piattaforma di Ricerca Integrata e Collaborativa, il cui asset di riferimento è il Laboratorio che ha una sua propria sede fisica provvisoria, in attesa che siano completati i lavori di recupero dell'Ex Mercato Coperto, all'interno dei locali siti nel centro storico di Fermo. All'interno del Laboratorio operano i partner di progetto, ovvero i gruppi di ricerca dell'Università Politecnica delle Marche e dell'Ateneo di Camerino, oltre a ricercatori di imprese leader a livello nazionale nei settori dell'Hi-tech e imprese manifatturiere del Fermano quali More srl, capofila dell'ATS, Morphica srl, Santoni srl, Vega srl, Bros Manifatture srl, Savelli Ascensori srl, Valtenna srl, Elisabet srl. Il pilastro della Piattaforma è il Laboratorio dedicato alla ricerca, lo sviluppo, l'innovazione, il trasferimento tecnologico e la formazione. Il laboratorio è organizzato in tre aree di ricerca inerenti l'Additive Manufacturing, l'eXtended Reality e il Data Science ed' è dotato di tecnologie all'avanguardia a supporto dell'ideazione, progettazione e commercializzazione di prodotti Made in Italy.

- **l'Additive Manufacturing:** La manifattura additiva è un processo di produzione rivoluzionario, in contrasto con le metodologie produttive tradizionali, che permette di realizzare componenti con elevata complessità geometrica in modo semplice ed economico. Inoltre, grazie all'elevata flessibilità dei sistemi produttivi, la personalizzazione non è più un vincolo per le aziende che vogliono caratterizzarsi sul mercato;
- **eXtended Reality:** per Extended Reality (XR) si intende l'intero continuum della realtà, a partire da quella totalmente "reale" per finire alla completa "virtualità" della stessa (Augmented Reality o AR, Mixed Reality o MR, Virtual Reality o VR). Le tecnologie hardware e software abbinabili al dominio XR comprendono (tra gli altri) visori, smart glasses, sistemi proiettivi, applicativi interattivi o middleware avanzati, ambienti web immersivi e collaborativi. Attraverso l'uso di tali tecnologie è possibile "estendere" la fruizione della realtà così come la conosciamo, superando i limiti fisici

della stessa e consentendo di massimizzare i risultati e ottimizzare i costi per tutta una serie di ambiti applicativi che vanno dal marketing (virtual showroom, ecc.), all'engineering (design review, ergonomica, qualità percepita, ecc.), al training, per finire ad aree nevralgiche come il medicale e il settore dei beni culturali.

- **Data Science:** L'obiettivo di questa divisione è quello di estrarre informazioni e produrre conoscenza a partire dai dati aziendali per supportare i processi decisionali. Il focus è posto sui dati eterogenei, provenienti, ad esempio, da settori di vendita e produzione, per promuovere attività di digital marketing e manutenzione predittiva; [1]

I servizi erogabili potranno essere:

- Il dominio XR si presta a tutta una serie di possibili ambiti applicativi che potranno tradursi in una gamma molto ampia di utilissimi servizi per le aziende, fra i quali:
- Sviluppo ad hoc di nuove soluzioni XR per esigenze specifiche, porting /sperimentazioni di applicazioni esistenti verso tecnologie/soluzioni XR;
- Studi di fattibilità progetti XR;
- Affiancamento e trasferimento di conoscenza su progetti XR specifici;
- Testing pre-investimento.

Studi e ricerche su tecnologie innovative di prototipazione virtuale (dalla Realtà Virtuale alla Realtà Aumentata) e fisica in grado di soddisfare le specifiche esigenze delle aziende che si rivolgeranno al Laboratorio. Le tecnologie potranno essere personalizzate e messe a punto per una maggiore fruibilità degli addetti aziendali rispetto a soluzioni acquisibili sul mercato. Si analizzeranno nuovi materiali utilizzabili nella prototipazione rapida dedicati al settore moda-calzature, all'accessoristica e alla meccanica. Si potranno affiancare le aziende in progetti di ricerca applicata e trasferimento tecnologico nonché partecipare a progetti internazionali e nazionali con la finalità di migliorare i processi di progettazione e di produzione. Un aspetto fondamentale affrontato dal Laboratorio sarà legato anche alla creatività, attraverso lo studio di metodologie e tecnologie di supporto all'ideazione di prodotti radicalmente innovativi, anche per favorire la creazione di nuove imprese.

Per quanto riguarda la Data Science ci si muoverà lungo due direttrici, ovvero il Digital Marketing e la Manutenzione Predittiva.

Lungo la prima direttrice verranno offerti alle aziende i seguenti servizi: segmentazione e profilazione dei clienti, analisi diagnostica delle vendite (per capire le cause che stanno dietro ad andamenti positivi o negativi delle vendite), analisi predittiva delle vendite (con le previsioni

suddivise per tipologia di prodotto, cliente, etc.), supporto alle decisioni in merito alle campagne di vendita e alle promozioni, valutazione del valore potenziale di un nuovo cliente, analisi dell'evoluzione della storia di un cliente nel tempo, determinazione del livello di soddisfazione dei clienti per determinati prodotti, determinazione della percezione che i clienti hanno dei prodotti e dell'azienda, ottimizzazione delle attività volte ad acquisire nuovi clienti, proposta di attività per incrementare la lealtà del cliente, definizione di nuovi prodotti sulla base dei desideri/bisogni percepiti dai clienti.

Lungo la seconda direttrice verranno offerti alle aziende i seguenti servizi: previsione dei guasti nelle linee di produzione, diagnosi dei guasti e delle relative criticità, analisi delle relazioni ricorrenti tra guasti, tecniche non invasive per la stima del livello di usura dei dispositivi, previsioni di anomalie e malfunzionamenti, definizione e stima di indicatori della salute degli impianti, riduzione dei costi relativi alle riparazioni, e così via.

Come da previsioni del piano di sviluppo, il percorso operativo del Laboratorio sarà qualificato anche attraverso le seguenti attività:

- progettazione della ricerca industriale su contesti nazionali ed europei;
- formazione avanzata;
- strumento di valorizzazione di giovani ricercatori locali, operando anche a supporto dello sviluppo e consolidamento di start up innovative;

tale operatività potrà essere significativamente sostanziata dalla costituzione della società di scopo che avrà tra i suoi soci fondatori anche gli attuali “partner investitori” nel Laboratorio.
[2]

La FermoTech è un laboratorio di recentissima creazione e sta cercando di diventare un'azienda a sé stante dovendo così andare a fatturare. Per far questo si devono andare a capire quali sono i clienti a cui fornire i propri servizi, tutto questo può essere fatto andando a condurre un'indagine attraverso un questionario riuscendo così anche ad indagare, su quali sono i problemi che i potenziali clienti devono affrontare, e quindi adottare delle soluzioni.

1.1 ADDITIVE MANUFACTURING

La produzione additiva o “Additive manufacturing” si distingue dalle tradizionali tecnologie di lavorazione perché non asporta materiale dal grezzo ma ottiene particolari tridimensionali molto complessi attraverso il deposito progressivo di strati di materiale. I processi di additive

manufacturing mirano tutti a generare un solido, per questo motivo si parte sempre da un disegno CAD 3D che viene convertito nel formato necessario a renderlo fruibile per la lavorazione. Una volta importato il solido nel software della macchina si procede generalmente ad con il dividere il modello in una successione di strati di piccolo spessore che verranno realizzati in varie “passate” dalla macchina; in contemporanea vengono aggiunti al modello 3D eventuali supporti, da creare mediante la tecnologia stessa, oppure costruiti in precedenza, che permettono al particolare di non collassare su sé stesso durante la produzione. Infine, successivamente alla produzione, i particolari ricavati possono essere se necessario sottoposti a trattamenti di post-produzione, tra i quali troviamo trattamenti chimici e termici ma anche lavorazioni di finitura alle macchine utensili. I settori trainanti delle tecnologie additive sono: automotive, aeronautico e medicale. Questi settori, infatti, sono disposti a spendere per ottenere manufatti dalle prestazioni superiori o efficientamento del processo produttivo. Le applicazioni di queste tecnologie non hanno però confini come si può vedere dal massivo utilizzo che inizia a farne il settore dei beni culturali dove permettono tra le altre cose restauri impensabili altrimenti.

1.1.2 TIPOLOGIE DI ADDITIVE MANUFACTURING

- **Stampa 3D (Binder Jetting/ Inkjet Printing):** Il nome di questa tipologia di lavorazione deriva dal nome depositato dai suoi inventori, i ricercatori del M.I.T. di Boston, 3D print, stampa 3D per l'appunto. Oggigiorno si tende ad associare il termine stampa 3D a tutti i processi di Additive Manufacturing sui polimeri, soprattutto quelli FDM che troviamo nelle macchine a basso costo sempre più diffuse. Questa tecnologia lavora mediante l'utilizzo di speciali agenti solidificanti, viene per questo chiamata Inkjet Printing per la similitudine con l'inchiostro delle comuni stampanti. Nel dettaglio questa tecnologia prevede di solidificare selettivamente successivi strati di polvere mediante l'apporto di agenti solidificanti. Le polveri sono costituite dal materiale strutturale e da un legante che può essere organico o inorganico. Questa tipologia di lavorazione permette di lavorare senza l'utilizzo del calore, richiede però un trattamento in forno per i particolari metallici per ridurre la percentuale di legante e ottenere così migliori proprietà strutturali. Bisogna però tener conto in fase di progettazione del ritiro dei particolari se sottoposti a questo trattamento in quanto molto accentuato. Si possono realizzare con un'alta produttività particolari in polimero, metallo ma anche in ceramica

o vetro. I particolari, specie quelli in polimero, possono essere creati in un'ampia gamma di colori.

- **FDM (Fused Deposition Modeling) o FFF (Fusion Filament Fabrication):** Un filamento di polimero viene riscaldato e quindi estruso tramite un ugello, quest'ultimo ha la possibilità di muoversi nello spazio andando a generare la geometria del particolare che vogliamo ottenere. Presenta dei limiti nella precisione e finitura superficiale del manufatto in quanto il diametro dell'ugello non può essere ridotto di molto. La gamma di polimeri utilizzabili negli ultimi anni si è ampliata moltissimo e si iniziano a trovare sul mercato anche i primi polimeri tecnici oltre ai più conosciuti elastomeri. La possibilità di utilizzare materiali di colori differenti rende questa tecnica adatta anche alla creazione di prototipi il più simili possibile al prodotto finale. Semplicità ed economicità di questa tecnologia hanno permesso la diffusione al grande pubblico delle tecnologie di additive manufacturing; tra i pregi di troviamo infatti anche la possibilità di essere utilizzata in ambienti come uffici o case.
- **Fotopolimero a getti (Jetted Photopolymer):** Questa tipologia di lavorazione si basa sulle proprietà fotosensibili di alcuni polimeri o cere speciali. Microsfere di polimero vengono depositate per strati sino a formare il modello da realizzare mentre una luce UV solidifica il deposito. Uno dei vantaggi di questa tipologia di lavorazione è la possibilità di creare particolari di più materiali, si possono così generare direttamente in materiale differente supporti alla stampa. Questa tecnologia permette di avere prototipi multicolore in diversi materiali e con una finitura superficiale di alto livello. I manufatti però sono molto delicati, di conseguenza non adatti a diventare parti strutturali.
- **LOM (Laminated object manufacturing):** Diversi fogli di materiale vengono impilati e laminati assieme per formare l'oggetto desiderato. La laminazione dei fogli, tagliati con una lama o mediante laser, può avvenire chimicamente, tramite adesivi, per saldatura ad ultrasuoni o brasatura (solo per i metalli). Le parti che vengono tagliate strato per strato vengono rimosse alla fine del processo. Questa tecnologia permette alta produttività a costi relativamente contenuti, permette inoltre di poter creare oggetti con delle componenti annegate nei fogli. Si possono ottenere oggetti lavorando fogli di carta, plastica e metalli.
- **Fusione a letto di polvere (PBF):** Attualmente è la tecnologia più promettente per quanto riguarda l'additive manufacturing dei metalli in quanto permette di realizzare particolari strutturali dalle elevate prestazioni. Il processo è molto semplice in quanto strati di polveri metalliche vengo successivamente solidificati mediante un raggio laser

orientato da specchi mobili. La microfusione innescata dal laser restituisce un materiale molto uniforme ed è per questo motivo che le proprietà delle leghe lavorate in questo modo sono perfino superiori a quelle lavorate mediante tecnologie meccaniche. Si possono lavorare molte leghe metalliche dall'alluminio al titanio con geometrie complesse, le macchine lavorano però su superfici molto ridotte e con costi molto elevati. Questo genere di lavorazione inoltre non necessita di supporti in quanto è la polvere stessa degli strati precedenti a svolgere questa funzione.

- **Laser metal deposition / Laser cladding:** Questa tipologia di lavorazione va ad apportare del materiale a solidi già esistenti, si possono quindi effettuare riparazioni o aggiunte, di uno o più materiali differenti e si può affiancare a lavorazioni come il taglio laser o la fresatura. In questa tipologia di lavorazione un laser o una sorgente di elettroni aumenta la temperatura locale del punto sul quale bisogna lavorare generando un bagno fuso sul quale si andranno a fondere il filo o la polvere apportati dall'ugello di lavorazione. Si creano quindi dei cordoni di saldatura che andranno a formare la geometria desiderata sovrapponendosi fra loro. Il punto di lavorazione viene spesso inondato di gas inerte per evitare ossidazione o altre reazioni del materiale fuso localmente. Date le sue peculiarità questa tecnologia permette un rapido passaggio da un materiale all'altro (basta passare a una diversa polvere o filo) e un grande apporto di costruzione volumetrico se confrontato con le altre tecnologie additive. L'apporto di materiale dalle alte proprietà solo in punti strategici permette di risparmiare molto nella creazione di particolari molto prestanti per settori come quello navale, aeronautico e oil & gas.
- **Digital Light Processing e Stereolitografia:** Entrambe queste tecnologie si basano sulla solidificazione di strati successivi di polimero fotosensibile liquido, vengono infatti considerate entrambe appartenenti alla tecnologia VAT photopolymerization. La stereolitografia inizia la polimerizzazione del liquido mediante un laser, quindi la sua definizione è data dalla dimensione del punto laser stesso. La tecnologia Digital Light Processing invece inizia la polimerizzazione mediante un proiettore capace di proiettare nello spazio, di conseguenza la definizione deriverà dalla dimensione dei pixel proiettati. L'accuratezza ottenibile mediante queste tecnologie è davvero elevata e permette di ottenere superfici molto lisce e definite. Con entrambe è possibile realizzare anche particolari di grandi dimensioni con una relativa velocità.
- **Liquid deposition modeling:** Questa particolare tecnologia permette di ottenere manufatti additivi di ceramica, argilla e altri materiali fluido densi, un cilindro ad aria

compressa infatti attraverso una vite senza fine permette di estrarre attraverso un ugello della ceramica andando a depositare i vari layer come nella tecnologia FFF. Ovviamente esistono grosse limitazioni sulle geometrie ottenibili date dai collassi che possono avvenire prima della completa essiccazione. Questo genere di lavorazione è per ora più sperimentale e artistica, infatti sono molti gli artisti che si dedicano a questo genere di “scultura”.

1.1.3 MATERIALI E RELATIVE APPLICAZIONI

Le tecnologie di produzione additiva permettono l'utilizzo di molti materiali e i produttori spendono ingenti risorse per implementare l'utilizzo di materiali sempre più performanti. Anche i materiali più economici hanno visto negli anni incrementare rapidamente le loro prestazioni. I materiali per l'additive manufacturing si possono suddividere in due principali famiglie: quella dei polimeri e quella dei metalli. I polimeri garantiscono costi inferiori sia per quanto riguarda l'acquisto del materiale stesso sia in termini di tecnologie di stampa, certamente però i metalli offrono prestazioni di livello più elevato.

1) Polimeri

- **PLA:** Il PLA deriva dall'amido, per questo viene considerato eco-friendly, presenta una buona stabilità coniugata ad un ritiro ridotto e a buone caratteristiche meccaniche. Si stampa a temperature inferiori a quelle degli altri polimeri. Risulta quindi essere un materiale molto flessibile adatto a un innumerevole numero di applicazioni.
- **ABS:** L'ABS è caratterizzato da un'alta resistenza meccanica e al graffio e una buona resistenza al calore, è inoltre molto rigido e può essere lucidato e verniciato facilmente. Durante la progettazione è necessario però tenere conto del suo elevato ritiro. Le sue proprietà meccaniche lo rendono adatto a quelle applicazioni dove il particolare è sottoposto a sforzi rilevanti.
- **HIPS:** L'HIPS è presente in due personalità molto differenti nel mondo della stampa 3D: la prima, quella per la quale è stato introdotto in questo mondo, è quella di materiale per supporti poiché solubile in D-Limonene (un idrocarburo). La seconda invece è quella di un polimero dalle buone caratteristiche meccaniche, quasi come quelle del blasonato ABS ma stampabile con più facilità, a temperatura ridotta e a un costo inferiore, inoltre è opaco riducendo così la visibilità dei gradini tipici della produzione per strati.

- **Nylon:** Il Nylon presenta delle proprietà meccaniche molto interessanti, si salda bene su sé stesso rendendo meno visibili gli “strati “della produzione additiva sulla superficie e si può stampare senza necessità di un piano riscaldato. Il Nylon però necessita di alte temperature di stampaggio, superiori a 250°, ed è inoltre molto sensibile all’umidità e quindi va trattato con maggior attenzione rispetto agli altri polimeri.
- **PET:** Il PET non crea odore né fumi tossici quando viene stampato, assorbe pochissima acqua e presenta una buona trasparenza e lucidità; per queste proprietà è spesso usato per la creazione di giocattoli, parti per elettronica e cosmetica.
- **PC:** Il PC è molto trasparente, non è tossico ma soprattutto ha un’alta temperatura di deformazione, è quindi adatto alla creazione di tutti i manufatti stampati 3D, bisogna però considerare che ha un costo mediamente superiore rispetto agli altri polimeri.
- **HDPE:** Il Polietilene ad alta densità (HPDE) è uno dei materiali plastici più diffusi, può essere utilizzato per la produzione additiva senza particolari accorgimenti. Tra le sue proprietà principali: è atossico e ha un basso assorbimento d’acqua; per questo viene utilizzato in applicazioni alimentari. Tuttavia, la sua più interessante caratteristica è la grande resistenza agli agenti chimici, il che lo rende ideale in applicazioni per l’industria chimica ed elettrica.
- **PCL:** Questo particolare polimero con un basso punto di fusione e quindi facilmente utilizzabile nella stampa, presenta una buona stabilità termica e buona biocompatibilità, caratteristica che lo rende comune nell’ambito biomedico.
- **PVA:** Il PVA è un materiale idrosolubile ma altrettanto resistente agli idrocarburi. Per le sue proprietà nel mondo additivo è utilizzato per la creazione di supporti da eliminare mediante immersione in acqua. Il PVA è leggermente più complesso da estrarre rispetto ad altri polimeri, anche per via dell’alta temperatura di stampa; a causa delle sue proprietà va inoltre conservato in un luogo asciutto per evitarne il degrado.

2) METALLI

- **Alluminio:** L’alluminio è molto leggero e per questo adatto ad applicazioni che richiedono un buon compromesso fra capacità termiche e peso contenuto. Tipicamente, infatti, lo si utilizza nel settore automotive e nell’aeronautica.
- **Cobalto-Cromo:** Le superleghe Cobalto-Cromo offrono proprietà meccaniche e termiche elevatissime, le proprietà meccaniche addirittura migliorano col salire

della temperatura fino a 500°-600°. Oltre a questo, offrono un'ottima resistenza alla corrosione, per questo motivo vengono utilizzate in applicazioni ingegneristiche ad alta temperatura, come i motori degli aerei e in ambito biomedico.

- **Nichel:** Le leghe di Nichel resistono a temperature elevatissime e presentano un'ottima resistenza meccanica e all'ossidazione, vengono spesso utilizzate a temperature fino a 1200°. Aerospaziale e energia sono i due settori dove vede più utilizzato, ad esempio nelle turbine.
- **Acciaio:** Esistono numerose tipologie di acciai per additive manufacturing che ripropongono tutte le caratteristiche che possiedono i normali acciai forgiati. Troviamo infatti ad esempio quelli temprabili o quelli inossidabili. Per il suo rapporto costo prestazioni è la lega più utilizzata, anche perché presenta una notevole flessibilità applicativa.
- **Titanio:** Il titanio è famoso per essere una lega dalla bassa densità con notevoli proprietà meccaniche e resistenza alla corrosione. Queste caratteristiche lo rendono adatto a molte applicazioni in ambito motorsport e aerospaziale, infine la purezza ottenibile in alcune polveri sommata alle sue proprietà lo rendono ideale per applicazioni biomediche. Il titanio, infatti, presenta una buonissima biocompatibilità.

1.1.4 TRATTAMENTI DEI MANUFATTI

I manufatti ottenibili mediante tecnologie additive sono oggi di qualità molto elevata, vedi la qualità delle microfusioni ottenute mediante fusione a letti di polvere. Per questo motivo sono sempre più spesso utilizzati non solamente come prototipi ma anche come particolari strutturali in produzione. Anche i polimeri lavorabili presentano caratteristiche sempre più elevate come resistenza al calore e alle sollecitazioni meccaniche e chimiche. Ovviamente le tecnologie additive non presentano ancora la possibilità di produrre particolari estetici senza alcun trattamento successivo. I trattamenti sono:

- **Rimozione dei supporti:** Molte delle tecnologie additive presentano la necessità del crearsi dei supporti per prevenire il collasso della struttura durante la sua creazione. A valle della lavorazione questi supporti vanno eliminati. Si possono eliminare meccanicamente, spesso a mano, semplicemente staccando il manufatto dai supporti, oppure chimicamente, ad esempio immergendo il tutto in un liquido dove solo i supporti sono solubili ed estraendo il manufatto soltanto.

- **Sabbiatura:** Spesso la superficie dei particolari generati con queste tecnologie non è perfettamente uniforme, per questo motivo la pallinatura è un trattamento al quale si ricorre spesso. Il manufatto viene colpito con delle sfere di vetro e sabbia scagliate mediante aria compressa, ottenendo quindi una superficie più uniforme eliminando eventuali residui di supporto e i caratteristici gradini derivanti da una lavorazione per strati.
- **Mass finishing:** In questa tipologia di trattamento i pezzi vengono inseriti in un sistema vibrante assieme a del materiale abrasivo come la sabbia e del materiale che attua un'azione di lucidatura. Gli impatti e l'attrito generatosi levigheranno quindi la superficie ottenendo gli stessi risultati della sabbiatura. Questo genere di trattamento è utilizzato prettamente per grandi produzioni.
- **Vapor smoothing:** è una tecnica usata raramente per rendere lucida e uniforme la superficie di manufatti in polimero, specialmente quelli in ABS. Consiste nell'espore per qualche secondo il particolare a dei vapori di solventi. Essendo operata in questo modo permette di raggiungere anche zone non accessibili mediante sabbiatura ma non in modo ottimale, anche la rimozione dei classici gradini sulle zone a vista non è ottimale.
- **Verniciatura:** Per velocità, convenienza rimane uno dei trattamenti più utilizzati assieme alla sabbiatura, possiede il grande vantaggio che può essere effettuata su praticamente ogni manufatto realizzato mediante produzione additiva.
- **Electroplating (elettroplaccatura):** L'elettroplaccatura si esegue immergendo in un bagno di ioni di una lega un particolare con carica contraria a quella degli ioni. Questi ultimi attratti dalla carica opposta si andranno a depositare sul particolare costituendo uno strato superficiale uniforme e molto leggero. Questo genere di lavorazione rende il particolare molto più apprezzabile dal punto di vista estetico, per questo viene spesso utilizzata anche sui particolari in polimero. Le leghe più comunemente utilizzate sono oro, argento, nichel e rame.
- **Bonding (assemblaggio):** I manufatti realizzati mediante produzione additiva sono molto limitati nelle dimensioni dalle macchine che non permettono di realizzare particolari di grosse dimensioni, per ovviare a questo limite si può dividere l'oggetto finale in più parti e unirle dopo averle realizzate. Il genere di unione varia a seconda del materiale che si sta lavorando e alla tecnologia col quale è stato prodotto: si va dalla saldatura e brasatura alla saldatura ultrasuoni all'utilizzo di resine epossidiche e altri adesivi.

- **Infiltration:** Manufatti in polimero ottenuti mediante tecnologie additive sono spesso molto fragili, uno dei metodi per migliorarne le proprietà meccaniche e di resistenza alla corrosione è quello del trattamento di infiltration. Questo consiste nel ricoprire la superficie del particolare di una resina epossidica che aiutata con una pompa del vuoto penetrerà nelle cavità della superficie andandole a riempire, una volta solidificata dopo un trattamento in forno la resina avrà creato una superficie isolante fra l'esterno e il particolare. Come si può facilmente dedurre questo trattamento funziona molto bene per i materiali porosi. [3]

2. CUSTOMER DISCOVERY

Per andare a creare, ad accrescere il business di una startup dobbiamo prima porci delle domande fondamentali:

- Il problema è reale e percepito da un gruppo di persone? (Problem Solution Fit);
- Esiste un mercato interessato alla mia soluzione? (Product Market Fit);
- Quali sono i canali più efficaci per accrescere il business? (Growth);

Successivamente c'è bisogno di utilizzare una metodologia particolare, la "Customer Development".

Quando si parla di Customer Development si intende quel processo ideato da Steve Blank che permette di pensare e costruire un prodotto/servizio che ruoti attorno alle reali esigenze del cliente finale. Alla base del metodo c'è l'esperienza sul campo. È composta da quattro fasi fondamentali:

1. **Customer Discovery:** definizione delle ipotesi su cui si basa l'idea;
2. **Customer Validation:** ricerca di un modello di business scalabile e replicabile;
3. **Customer Creation:** attrazione di nuovi clienti verso la startup;
4. **Company Building:** crescita, crescita e crescita.

Bisogna fare un'altra distinzione, Customer Discovery e Validation assieme concorrono alla "ricerca" e alla conferma delle ipotesi.

Durante la Customer Creation e la Company Building si inizia ad "agire" e mettere in pratica ciò che si è imparato.

Poniamo la nostra attenzione sulla prima fase, la Customer Discovery. Questa è fondamentale nel processo di progettazione di un nuovo prodotto/servizio e ha l'obiettivo di

comprendere i vari bisogni dei potenziali clienti al fine di identificare le caratteristiche dei primi clienti, ossia gli *early adopters*.

In questa fase non si cerca un mercato di massa ma bensì una piccola porzione dei potenziali clienti, coloro che soffrono maggiormente del problema che si ipotizza abbiano. In questa fase bisogna infatti capire quale problema il prodotto vuole e può risolvere. Potremmo chiederci “perché usare la Customer Discovery invece di fare una “normale” ricerca di mercato?”. Questo perché le ricerche di mercato usano delle metodologie che indagano le intenzioni, e le intenzioni dei consumatori non sempre corrispondono alle loro azioni. La Customer Discovery si struttura in quattro fasi, partendo da un’ipotesi e attraverso un processo di invalidazione arrivando fino alla realtà riguardo i bisogni e problemi dei clienti.

- **Fase 1(FORMULA LE TUE IPOTESI):** In questa fase bisogna essere flessibili sulle ipotesi, se non verranno validate nelle fasi successive, andranno cambiate. Uno strumento molto utile, per razionalizzare “su carta” le tue ipotesi, è la Javelin Board;
- **Fase 2(TESTA L’IPOTESI RELATIVA AL PROBLEMA):** Ora che abbiamo posto l’accento sul problema e sulla soluzione è importante focalizzarsi sui futuri clienti e capire se e chi effettivamente soffre di questo problema. Bisogna definire dei clienti tipo, creare dei target e concentrarsi su di loro in maniera mirata. Bisogna capire il tipo di persona afflitta dal problema che si sta cercando di risolvere, definendone le caratteristiche in maniera precisa e accurata. Successivamente bisognerà condurre delle interviste che permetteranno di ottenere più informazioni possibili, e quindi alla fine capire se il problema esiste realmente e chi soffre di questo problema; Bisogna focalizzarsi su quelli che possono essere i potenziali clienti e cercare di ottenere tutte le informazioni necessarie per poter validare le ipotesi scritte, tutto questo conducendo delle Interviste di Validazione.
- **Fase 3(TESTA L’IPOTESI RELATIVA AL PRODOTTO):** In questa fase, possiamo iniziare a ragionare sulla soluzione da proporgli, che dovrà essere affinata ed ottimizzata sulla base dei feedback che gli stessi forniranno;
- **Fase 4(VERIFICA E METTI IN PRATICA CIO’ CHE HAI IMPARATO):** In questa fase, possiamo iniziare a ragionare sulla soluzione da proporre, che dovrà essere affinata ed ottimizzata sulla base dei feedback che gli stessi forniranno;

Le informazioni raccolte permetteranno di validare, pivottare, ottimizzare, scoprire e migliorare, il tutto in un'ottica esplorativa che andrà consolidata con la fase successiva di Customer Validation. Le attività che Costumer Discovery utilizza per andare a trovare il problema sono: Javelin Board, Interviste di Validazione (Costumer Interview), Problem-solution fit Canvas e MVP. [4]

2.1 JAVELIN BOARD

La Javelin Board è uno strumento pratico che ti permette di validare la tua idea imprenditoriale attraverso la sperimentazione, così da aprire la tua startup riducendo i rischi di fallimento. È una lavagna grafica, forse troppo poco conosciuta ed utilizzata, che permette di concretizzare la tua idea sperimentando e valutando il problema con gli occhi del cliente. La Javelin Board consente di capire quale tipo di cliente è più in linea con il problema che si vuole risolvere e con la soluzione che si vuole offrire.

Mediante l'utilizzo della Javelin Board come strumento di rappresentazione grafica di ipotesi, dati e feedback, sarà possibile definire il product-solution fit, ovvero la corrispondenza tra il problema esistente e la soluzione offerta dal nostro prodotto o servizio.

Il product-solution fit è uno step fondamentale a validare l'idea e capire se questa rappresenta la migliore soluzione possibile al problema del segmento target di clienti, e da lì sviluppare un MVP da far testare ai primi utenti, con il fine di misurare i risultati e raccogliere feedback da cui apprendere per modificarlo e perfezionarlo, ed eventualmente pivottare [5]

Javelin Experiment Board		Project Name:	Team Leader Name:	
Start here. Brainstorm with stickies, pull it over to the right to start your experiment.		Experiments	1 2 3 4 5	
Who is your customer? Be as specific as possible. <small>Time Limit: 5 Min</small>		Customer		
What is the problem? Phrase it from your customer's perspective. <small>Time Limit: 5 Min</small>		Problem		
Define the solution only after you have validated a problem worth solving. <small>Time Limit: 5 Min</small>		Solution		
List the assumptions that must hold true, for your hypothesis to be true. <small>Time Limit: 10 Min</small>		Riskiest Assumption		
Need help? Use these sentences to help construct your experiment.		Method A Success Criterion		
To form a Customer/Problem Hypothesis: I believe my customer has a problem achieving this goal.	To form a Problem/Solution Hypothesis: I believe this solution will result in quantifiable outcome.	GET OUT OF THE BUILDING!		
To form your Assumptions: In order for hypothesis to be true, assumption needs to be true.	To identify your Riskiest Assumption: The assumption with the least amount of data, and core to the viability of my hypothesis is...	Result & Decision		
Determine how you will test it: The least expensive way to test my assumption is...	Determine what success looks like: I will run experiment with # of customers and expect a strong signal from # of customers.	Learning		

Figura 1- Javelin Board

2.1.1 GLI ELEMETI DELLA JAVELIN BOARD E COME COMPILARLA

Guardando al template della Javelin Board si può notare come sia divisa in tre parti principali:

- L'area di **Brainstorming**, a sinistra, nella quale elencare le diverse ipotesi da testare.
- L'area dell'**Execution**, a destra, in cui effettuare gli esperimenti.
- L'area del **“Get Out of the Building”** in cui trarre le conclusioni circa i test svolti.

Grazie a questa board è possibile mettere in pratica i principi della Lean startup di misurazione e sperimentazione e validare la propria idea mediante un processo di ipotesi e test che consente di svolgere tutti gli step fondamentali che portano allo sviluppo del MVP.

BRAINSTORMING

Nella sezione di brainstorming si vanno, come detto, a definire e raccogliere le ipotesi e le idee utili, suddividendole per gli aspetti chiave a cui fare riferimento:

- Cliente (Customer)
- Problema (Problem)
- Soluzione (Solution)
- Assunzioni più Rischiose (Riskiest Assumptions)

Start here. Brainstorm with stickies, pull it over to the right to start your experiment.	
Who is your customer? Be as specific as possible.	Time Limit: 5 Min
What is the problem? Phrase it from your customer's perspective.	Time Limit: 5 Min
Define the solution only after you have validated a problem worth solving.	Time Limit: 5 Min
List the assumptions that must hold true, for your hypothesis to be true.	Time Limit: 10 Min

Figura 2-Brainstorming

Questa sezione è detta di brainstorming proprio perché qui si raccolgono in forma di post-it tutte le opinioni, le ipotesi e le idee emerse in un processo di ragionamento di gruppo (con tutti

i membri della startup), in ordine non gerarchico e casuale, per poi solo successivamente valutarle e prendere delle decisioni. Nell'area di brainstorming vi sono alcune domande utili a guidare gli step del processo: vediamo la traduzione in italiano di questa sezione del template della Javelin Board.

- **Chi è il tuo cliente:** In questa sezione si elencano i possibili clienti tipo per il tuo prodotto o servizio, andando ad elencarne anche le caratteristiche nel dettaglio, così da avere un profilo identificativo molto specifico.
- **Qual è il problema:** In questa sezione bisogna identificare il problema o il bisogno del cliente precedentemente individuato, a cui offrire una soluzione mediante il tuo prodotto/servizio.
- **Definire la soluzione solo dopo aver validato un problema che valga la pena risolvere.:** In questa sezione si richiede invece di definire una soluzione al problema del cliente tipo identificato. Questo processo è cruciale, in quanto il metodo Javelin Board richiede di definire la soluzione solo una volta convalidata l'ipotesi del problema che era stata fatta.
- **Elenca le assunzioni che devono verificarsi per rendere vere le tue ipotesi:** Nell'ultima sezione del brainstorming bisogna elencare le assunzioni più rischiose (riskiest assumptions) ed importanti che devono avverarsi per validare le ipotesi fatte nelle fasi precedenti, ovvero le più rischiose da testare e cruciali alla viabilità del business.

EXECUTION

La parte di execution nella Javelin Board consiste nell'eseguire le cosiddette "sperimentazioni" che servono a testare, verificare e validare le diverse ipotesi proposte durante la fase di brainstorming.

Experiments	1	2	3	4	5
Customer					
Problem					
Solution					
Riskiest Assumption					
Method & Success Criterion					

Figura 3-Execution

In questa sezione sotto la dicitura “Experiments” vi sono cinque voci:

- **Cliente** (Customer);
- **Problema** (Problem);
- **Soluzione** (Solution);
- **Assunzioni più Rischiose** (Riskiest Assumption);
- **Metodi e Criteri di Successo** (Method & success criterion);

In questa parte della board bisogna dunque condurre le sperimentazioni utili a verificare le ipotesi fatte per ciascuno dei punti chiave, che possono essere svolte in diversi modi (interviste, pre-sell, ecc...). Vi è un’ulteriore punto, “Metodi e Criteri di Successo”: in questa sezione si vanno a definire e monitorare i KPI (Key Performance Indicators), ovvero le metriche di successo, come ad esempio il numero di visitatori sul sito, il CTR, il conversion rate, il costo per conversione, le quali serviranno a determinare se le ipotesi possono essere validate.

GET OUT OF THE BUILDING

GET OUT OF THE BUILDING!					
Result & Decision					
Learning					

Figura 4-Get out of the building

La sezione “Get Out of the Building” della Javelin Board è l’ultima parte della tabella, e si trova in basso. In questa parte vanno immessi i dati ottenuti dai test e le sperimentazioni fatti nella fase precedente. Vi sono due punti in questa sezione:

- **Risultati e Decisioni (Result and Decision):** In cui si determina se le ipotesi possano essere validate o meno in base ai KPI, quindi ai dati raccolti e analizzati.
- **Apprendimento (Learning):** La parte conclusiva della Javelin Board in cui si traggono le conclusioni riguardanti il processo di ipotesi e test delle stesse per i diversi punti. A questo punto si dovrebbe essere giunti all’individuazione della soluzione per un problema reale di mercato, o fare pivot della startup se i risultati non incontrano i criteri di successo, andando ad esempio a cambiare le ipotesi sui clienti o sul problema e conducendo nuove sperimentazioni.

Per la compilazione della Javelin Board si consiglia di lavorare in gruppo, in particolare nella fase di brainstorming, e di utilizzare dei post-it che andranno attaccati nelle diverse sezioni e staccati e spostati man mano che si prendono decisioni e si procede nel processo di validazione. Si inizia la compilazione partendo dalla parte di sinistra, e facendo delle ipotesi nella fase di brainstorming. Per ipotesi si intende idee espresse in modo tale che possono essere facilmente testate. Spesso le idee imprenditoriali possono infatti essere complesse e difficili da strutturare: questa fase permette di esprimere le idee in modo semplice e definire quali devono essere testate per prime.

Nell’area di brainstorming si vanno dunque ad elencare le ipotesi da testare per ogni sezione:

- **Customer:** ogni membro partecipante al brainstorming elencherà dei segmenti di utenti possibili.

- **Problem:** una volta validato il segmento di clienti, ogni membro elencherà un problema che essi manifestano:
- **Solution:** una volta validato il segmento di clienti ed il loro problema si passa alle ipotesi sulla soluzione.

Una volta definite le ipotesi sui clienti, si passerà dunque a testarle una per volta nella fase di execution. Una volta fatte le ipotesi sui clienti tipo, si andranno perciò ad effettuare dei test per ciascuna ipotesi, quindi per ciascun post-it. Quando si è individuato il segmento di clienti target si ritorna nella fase di brainstorming, definendo delle ipotesi sul problema di questo segmento di clienti, che poi dovranno anch'esse essere testate una per volta. Solo una volta validati cliente e problema, si potrà passare alle ipotesi sulla soluzione. Questo processo così strutturato rende la Javelin Board uno strumento ottimale per la validazione dell'idea, che ricorda l'importanza di partire dal cliente e dal problema, piuttosto che dalla soluzione. Ogni problema ha una soluzione, ma non tutte le soluzioni hanno un problema, così come non tutti i problemi hanno un cliente.

Generalmente si individuano tre metodi di validazione delle ipotesi: interviste, prevendita e concierge:

- **Interview:** andranno intervistati i potenziali clienti individuati, andando a capire quali sono i loro problemi e bisogni e come vorrebbero venissero risolti. È molto importante non menzionare la propria soluzione in questa fase per non influenzare il risultato.
- **Pre-sell:** si mette in vendita, tramite una landing page fittizia, un prodotto che ancora non esiste, ma che è stato individuato come soluzione, registrando l'interesse.
- **Concierge:** si esegue manualmente quello che verrà automatizzato da un prodotto non ancora realizzato.

Una volta effettuati gli esperimenti, si passa alla sezione “Get Out of the Building”, in cui andranno definiti i KPI da monitorare. Mediante la raccolta e l'analisi dei dati si procede alla validazione degli esperimenti. Grazie all'utilizzo di dati concreti sarà possibile capire se le ipotesi iniziali erano corrette e si sta procedendo sulla strada giusta. Tramite ciò che si è appreso dall'analisi dei dati (learning) si potranno dunque prendere delle decisioni sulla strategia da seguire.

- In caso i risultati **non verifichino le ipotesi fatte**, sarà necessario correggere la rotta e fare pivot, andando a formulare nuove ipotesi sui clienti, problema o soluzione, per condurre nuove sperimentazioni.

- In caso i risultati **incontrino i criteri di successo stabiliti**, si possono formulare assunzioni più rischiose, e definire nuove sperimentazioni per ultimare la parte relativa alla soluzione.

2.2 INTERVISTE DI VALIDAZIONE

Le Interviste di Validazione servono a capire se ci sono persone che soffrono del problema su cui vuoi lavorare, come e quanto lo percepiscono e se hanno già cercato di risolverlo. Inoltre, un intervistato potrebbe far notare un dettaglio al quale non si aveva mai prestato attenzione. Insomma, l'intervista di validazione è il passaggio chiave per conoscere il problema e tutte le sue sfaccettature utili allo sviluppo della tua startup.

Si tratta di una chiacchierata da cui prima di tutto si devono ottenere informazioni chiare e precise sul problema che si vuole risolvere quindi deve essere strutturata proprio con questo chiaro obiettivo in mente:

- **CONVENEVOLI:** le interviste devono essere condotte in modo informale, mettendo così a proprio agio il cliente. Meglio condurre interviste face to face, senza dare incentivi e intervistando una persona per volta;
- **SPIEGAZIONI MOTIVO INTERVISTA:** spiegare il motivo di queste domande. Attenzione però a non fornire alcun dettaglio sulla soluzione che si sta ideando. Bisogna conoscere meglio il problema e come viene affrontato;
- **DOMANDE INTRODUTTIVE:** Fare qualche domanda introduttiva per conoscere demograficamente il tuo target di riferimento: genere, età, dove vive o altre domande che ti siano utili per identificare il tipo di cliente che hai davanti;
- **DOMANDE CHIAVE:** Porre domande specifiche sul problema e sulle abitudini di coloro che lo vivono. Attenzione a non fare domande al futuro, ma porre domande aperte e al passato.
- **PERSONE DA INTERVISTARE:** Per individuare le persone da intervistare bisogna andare nel loro "Habitat Naturale", ovvero dove vanno abitualmente. Una volta individuato i luoghi di aggregazione bisogna contattare target

per organizzare un'intervista di validazione. Per fare questo si possono utilizzare i social network, scrivere una e-mail.

Una bozza di un'intervista potrebbe essere:

1. Ti capita mai questo problema?
2. Quando ti è capitato l'ultima volta?
3. Come lo hai risolto? Ecc.

2.3 PROBLEM-SOLUTION FIT CANVAS

Il Problem-solution fit Canvas è un framework, utile, che serve a delineare nel dettaglio le caratteristiche specifiche di clienti e del problema, così da definire la migliore soluzione possibile per risolverlo in un modo che sia adeguato allo stato dei clienti stessi e al contesto in cui operano, dopo aver fatto un'analisi con javelin board e aver trovato il target. È costituito da 11 celle raggruppati in 4 blocchi:

1. **COSTUMER STATE FIT:** in questa prima sezione si vanno a definire le caratteristiche dei clienti target, le loro possibili limitazioni (come tempo, budget o mancanza di denaro, pregiudizi) e le soluzioni a loro disposizione al momento per affrontare il problema.;
2. **PROBLEM BEHEVIUR FIT:** in questa sezione va indicato il problema, la sua causa, la frequenza con cui si presenta e come i clienti si muovono per risolverlo;
3. **COMUNICATION CHANNEL FIT:** in questa sezione si provano a definire ed interpretare le sensazioni dei clienti rispetto al problema e quali sono i migliori canali di comunicazione per raggiungerlo;
4. **SOLUTION GUESS:** in questa sezione si esprime la soluzione esistente, che deve essere validata mediante la compilazione del canvas, oppure quella proposta, derivata dall'analisi dei dati delle sezioni precedenti; [6]

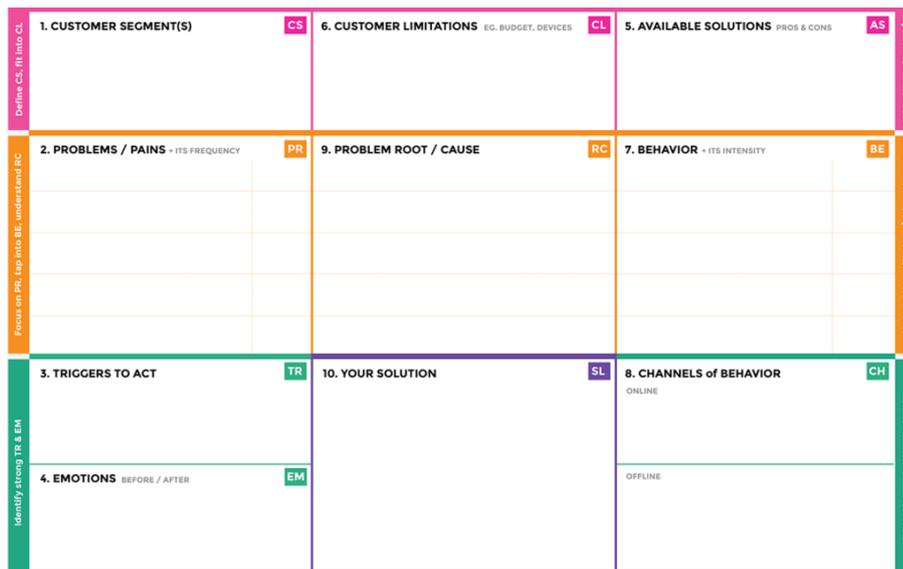


Figura 5-Tabella Problem-solution fit canvas

3. STAMPA 3D

La stampa 3D nasce nel 1986 con la pubblicazione del brevetto di Chuck Hull, che inventa la stereolitografia, che egli stesso definisce: *"Un sistema per generare oggetti tridimensionali basato sulla creazione di un modello trasversale dell'oggetto da costituire, sulla superficie di un medium fluido capace di alterare il suo stato fisico in risposta a stimoli sinergici quali radiazione incidente, bombardamento di particelle o reazioni chimiche, in lamine adiacenti che rappresentano le sezioni trasversali adiacenti successive dell'oggetto che si integrano tra loro, provvedendo a una progressiva crescita per apposizione dell'oggetto desiderato, per cui un oggetto è creato da una superficie sostanzialmente planare del medium fluido durante il processo di formazione."* Nel corso del tempo questa procedura si è evoluta e differenziata, con l'introduzione di nuove tecniche di stampa e di numerosi materiali con diverse caratteristiche meccaniche, stampabili sia da soli che in combinazione, permettendo la diffusione di questa tecnica di produzione in molti ambiti. [7]

La stampa 3D consiste in una serie di processi che consentono di produrre oggetti tridimensionali mediante produzione additiva, è un processo industriale impiegato per fabbricare oggetti partendo da modelli 3D computerizzati, aggiungendo il materiale uno strato dopo l'altro. Il modello digitale viene prodotto con software dedicati e successivamente elaborato, per essere poi realizzato con diverse tecnologie, tra cui quella che costruisce prototipi

strato dopo strato, attraverso una stampante 3D. I principali software per la stampa 3D sono: Fusion 360, Netfabb, Tinkercard, Blander ecc. [8]

3.1 FUNZIONAMENTO

Il motivo della rapida diffusione delle stampanti 3D è fondamentalmente uno: la facilità d'uso. Il tutto unito a una duttilità unica d'impiego e ai costi relativamente bassi. La parte fondamentale resta la progettazione dell'oggetto da costruire, che va fatta al computer con un programma apposito. Il documento da mandare in stampa deve contenere tutti i dettagli del prodotto finale: dalla lunghezza alla profondità, fino ai materiali da utilizzare.

In genere, il formato usato per salvare un progetto da mandare in stampa è il Stl (Standard Triangulation Language To Layer), un formato che scompone il progetto in triangoli grafici in modo che per la stampante sia facile riprodurre il disegno iniziale.

Per capire come funziona una stampante 3D dobbiamo pensare alla stampa 2D utilizzata solitamente per i documenti. La differenza principale sta nella testina che, nel caso di una stampante 3D, è sostituita da un estrusore che, invece che l'inchiostro, impiega i polimeri dei materiali scelti. I filamenti in forma di granuli sono riscaldati, fusi e stratificati ad alta temperatura fino all'ultimazione del processo di costruzione.

L'estrusore è il cuore di una stampante 3D, dal momento che si occupa delle tre fasi fondamentali nel processo di stampa: il passaggio dei polimeri dal serbatoio alla fase di riscaldamento, la fusione dei filamenti e, infine, la fuoriuscita degli stessi dall'ugello per la fabbricazione dell'oggetto. Ovviamente come la testina anche l'estrusore è mobile: si muove verticalmente e orizzontalmente [9]

3.2 MATERIALI E PROCESSI PER LA STAMPA 3D

Ogni anno i materiali usati nella stampa 3D si modificano in base alle nuove scoperte e alle innovazioni che la tecnologia porta in questo settore. Oggi esiste un'ampia varietà di materiali utilizzabili dalle stampanti 3D, disponibili in forme differenti (polvere, filamenti, pallet, granuli, resine, ecc.), che variano a seconda dell'utilizzo che se ne deve fare. Salvo alcuni modelli di nicchia che usano materiali molto particolari come ceramiche o paste dentarie, la maggior parte delle stampanti ha standardizzato i suoi materiali. Principalmente andiamo ad analizzare i tipi di materiali in plastica e in metallo.

1) MATERIALI PLASTICI

Ci sono due categorie di plastica principali:

- Le **termoplastiche** sono il tipo di plastica più utilizzato. La caratteristica principale che le distingue dalle plastiche termoindurenti è la loro capacità di passare attraverso numerosi cicli di fusione e solidificazione. Le termoplastiche si possono riscaldare e modellare nella forma desiderata. Il procedimento è reversibile, dato che non implica alcun legame chimico, perciò, è possibile riciclare o fondere e riutilizzare i materiali termoplastici. Ad ogni ciclo di fusione, le proprietà cambiano leggermente
- Le **plastiche termoindurenti** (dette anche solo "termoindurenti") rimangono in uno stato solido permanente dopo la polimerizzazione. I polimeri dei materiali termoindurenti creano legami incrociati durante il processo di polimerizzazione, che viene indotto da calore, luce o radiazioni adeguate. Se riscaldate, le plastiche termoindurenti non si fondono, ma si decompongono, e non si riformano una volta raffreddate. Non è possibile riciclare le plastiche termoindurenti o trasformarle nuovamente nei loro componenti originali.

Attualmente, i tre processi più usati per la stampa 3D in plastica sono i seguenti:

- Le **stampanti 3D a modellazione a deposizione fusa (FDM)** fondono ed estrudono filamenti termoplastici, che vengono poi depositati strato per strato nell'area di stampa dall'ugello della stampante;
- Questa tecnica è adatta per modelli Proof-of-Concept di base, nonché per la prototipazione veloce e a basso costo di parti semplici, come quelle che normalmente vengono realizzate tramite lavorazione meccanica. La stampa FDM per consumatori offre una risoluzione e una precisione inferiori rispetto ad altri processi di stampa 3D in plastica e non è l'opzione più adatta per la stampa di design complessi o parti con dettagli elaborati. Si possono ottenere delle finiture di alta qualità tramite processi di lucidatura meccanica e chimica. Le stampanti 3D FDM industriali utilizzano supporti solubili per ridurre al minimo queste problematiche e offrire una vasta gamma di termoplastiche ingegneristiche o perfino di composti, ma hanno un costo decisamente elevato. Poiché i filamenti fusi creano ogni singolo strato, a volte possono rimanere dei vuoti tra gli strati quando non aderiscono del tutto.

I materiali per la stampa 3D FDM più comuni sono:

- il **nylon**: il filamento della cartuccia viene prima fuso dall'estrusore e poi depositato strato su strato sino a costruire l'oggetto desiderato. Flessibile e resistente, il nylon è molto apprezzato anche perché di colore bianco e quindi adatto a essere colorato prima o dopo la stampa. Inoltre, mischiato con l'alluminio dà vita a un altro materiale usato nella stampa 3D, l'alumide;
- Viene utilizzato anche l'**ABS** (Acrilonitrile butadiene stirene) soprattutto per la produzione di oggetti duri e resistenti. Il filamento viene fuso a circa 250 gradi prima di poter essere utilizzato per la realizzazione di oggetti di qualunque genere, e si trova praticamente in ogni sfumatura di colore;
- Riciclabile, non è biodegradabile come lo è invece il **PLA** (acronimo di Acido polilattico) che, sebbene non sia particolarmente resistente o flessibile, è apprezzato per la sua varietà di colori. Le stampanti FDM più avanzate possono anche stampare usando altri materiali specialistici che assicurano proprietà quali maggiore rigidità o resistenza a calore, urti e sostanze chimiche.



Figura 6-Stampante 3D FDM

- Le **stampanti 3D stereolitografiche (SLA)** utilizzano un laser per polimerizzare la resina liquida, trasformandola in plastica indurita: questo processo viene chiamato fotopolimerizzazione.

Le parti stampate in stereolitografia presentano una migliore risoluzione e precisione, dettagli più precisi e finiture superficiali più lisce rispetto a tutte le altre tecnologie di stampa 3D. La stampa 3D a resina è un'ottima scelta per i prototipi ricchi di dettagli e che richiedono tolleranze strette e superfici lisce, come stampi, modelli e parti funzionali. Le parti stampate in stereolitografia si possono anche lucidare e/o dipingere dopo la stampa. Così facendo, si ottengono parti dotate di finiture superficiali estremamente dettagliate e pronte per il cliente.

Generalmente le parti stampate usando la stampa 3D SLA sono isotropiche: dal momento che i legami chimici si instaurano tra ciascuno strato, la loro resistenza è pressoché uniforme a prescindere dall'orientamento. Questo genera parti con prestazioni meccaniche prevedibili, una caratteristica importante per applicazioni come dime e fissaggi, parti per uso finale e prototipi funzionali.

La stampa 3D SLA è molto versatile dal momento che la formulazione delle resine offre una vasta gamma di proprietà ottiche, meccaniche e termiche in grado di imitare quelle delle termoplastiche standard, ingegneristiche e industriali. I materiali che vengono usati sono:

- **Resine standard:** che offrono un'alta risoluzione e finitura superficiale liscia e opaca;
- **Clear Resin:** L'unico materiale davvero trasparente per la stampa 3D in plastica, può essere levigata fino a ottenere una trasparenza ottica quasi totale;
- **Draft Resin:** Uno dei materiali più rapidi per la stampa 3D, stampa fino a quattro volte più velocemente rispetto alle resine standard e fino a dieci volte più velocemente della FDM;
- **Resine dentali e per il settore medico:** Un'ampia gamma di resine biocompatibili per la produzione di apparecchiature dentali e mediche;
- **Resine per gioielleria:** Materiali per fusione a cera persa e stampi in gomma vulcanizzata, facili da colare, con dettagli complessi e buon mantenimento delle forme
- **Ceramic Resin:** Effetto finale simile alla pietra, può essere cotta per creare un oggetto interamente in ceramica.



Figura 8-Stampante 3D a resina (SLA)



Figura 7-Materiali di stampa 3D (SLA)

- **Le stampanti 3D a sinterizzazione laser selettiva (SLS)** permettono di realizzare parti robuste e funzionali. Il costo per unità ridotto, l'alta produttività e i materiali testati la rendono ideale per una serie di applicazioni, dalla prototipazione rapida fino alla produzione in piccoli lotti, ponte o su misura.

Poiché la polvere non fusa sostiene la parte durante il processo di stampa, viene meno la necessità di strutture di supporto dedicate. Ciò rende la sinterizzazione laser selettiva ideale per geometrie complesse, tra cui dettagli interni, sottosquadri, pareti sottili e dettagli in negativo.

Le parti SLS, come le parti SLA, sono anche generalmente più isotropiche delle parti FDM. Le parti SLS hanno finiture superficiali leggermente ruvide per via delle particelle di polvere, ma le linee degli strati sono quasi invisibili.

La selezione di materiali per la stampa SLS è limitata rispetto alla FDM e alla SLA, ma i materiali disponibili vantano eccellenti proprietà meccaniche, con una resistenza simile a quella delle parti create tramite stampaggio a iniezione. Il materiale più utilizzato per la sinterizzazione laser selettiva è il nylon, ed i suoi derivati, questo perché è molto leggero, resistente e flessibile, nonché stabile se sottoposto a impatti, sostanze chimiche, calore, raggi UV, acqua e sporcizia.



Figura 9- Materiali realizzati con stampa 3D SLS

Figura 10-Stampante 3D (SLS)

2) MATERIALI METALLICI

Esistono molteplici processi di stampa 3D disponibili non solo per la plastica, ma anche per il metallo.

- **FDM per metalli:** Le stampanti FDM per metalli lavorano in modo simile alle tradizionali stampanti FDM, ma usano aste metalliche estruse tenute insieme da legami polimerici. Le parti allo stato grezzo vengono pulite e sinterizzate in un forno di cottura per rimuovere le parti di legatura;
- **Fusione laser selettiva (SLM) e sinterizzazione laser diretta dei metalli (DMLS):** Le stampanti SLM e DMLS lavorano in modo simile alle stampanti SLS ma, invece di fondere le polveri di polimeri, usano un laser per fondere insieme particelle di polvere di metallo strato dopo strato. Le stampanti 3D SLM e DMLS sono in grado di creare prodotti in metallo robusti, precisi e complessi, il che rende questo processo ideale per applicazioni aerospaziali, automobilistiche e mediche.

I materiali metallici che comunemente vengono utilizzati sono:

- **Oro e argento** vengono spesso usati nella stampa 3D per creare particolari gioielli stampati da artisti e artigiani, mentre per chi cerca la resistenza il materiale più usato e consigliato è il titanio;

- Il **titanio** è leggero e possiede eccellenti caratteristiche meccaniche. È resistente, robusto e altamente resistente a calore, ossidazione e acidi;
- L'**acciaio inossidabile** è estremamente robusto, duttile e resistente alla corrosione viene impiegato nei processi di sinterizzazione o fusione, è di color argento ma può essere rivestito con altri materiali per assumere toni dorati o bronzii;
- L'**alluminio** è leggero, durevole, robusto e possiede buone proprietà termiche;
- L'**acciaio per strumenti** è un materiale resistente e antigraffio, adatto alla stampa di strumenti per utilizzo finale e altre parti ad alta resistenza;
- Le **leghe di nickel** possiedono un'alta resistenza a trazione, attrito e rottura, e sono resistenti al calore e alla corrosione.

Se paragonata alle tecnologie di stampa 3D in plastica, la stampa 3D in metallo è di gran lunga più costosa e complessa, il che la rende inaccessibile per molte aziende.

In alternativa, la stampa 3D SLA è adatta ai **workflow di fusione** di parti metalliche a costi ridotti, con una maggiore libertà di design e tempi di realizzazione inferiori rispetto ai metodi tradizionali. Un'altra alternativa è la **galvanizzazione** di parti SLA, che consiste nel ricoprire un materiale plastico con uno strato di metallo mediante l'elettrolisi. In questo modo si combinano alcune delle migliori qualità del metallo, come robustezza, conduttività elettrica e resistenza alla corrosione e alle abrasioni, con le proprietà specifiche del materiale primario (solitamente la plastica).

Oltre ai materiali plastici e metallici si utilizzano composti viscosi, che richiedono una pre-lavorazione particolare per andare a creare del cibo attraverso la stampa 3D alimentare, inoltre si utilizzano anche tessuti biologici. Nel caso delle stampanti 3D alimentari, il materiale viscoso viene depositato uno strato sopra l'altro fino a ottenere l'oggetto finale che arriverà nel piatto, Questi dispositivi sono sicuramente utili per ottenere design complessi ma generalmente non cuociono il cibo, che potrà quindi sia essere pronto da consumare crudo oppure cotto in un forno o alla griglia. Per quanto riguarda il 3D bioprinting o biostampa 3D è un metodo per realizzare strutture cellulari a partire da bioinchiostri carichi con cellule staminali: strato dopo strato, il biomateriale viene depositato per creare pelle, tessuto o anche un organo. [10] [11]

3.3 APPLICAZIONI E UTILIZZO

La stampante 3D comporta dei vantaggi molto significativi nelle industrie, andando a migliorare i tempi di produzione e il design, aumentando l'accuratezza e riducendo i costi così facendo vengono risolti vari problemi. Principalmente viene utilizzata nelle industrie di vari settori come:

- **Industria manifatturiera:** Utilizzando la stampa 3D per il settore manifatturiero, è possibile creare diverse iterazioni di vari progetti per testare e raccogliere feedback, consentendo alle aziende di determinare in anticipo quale sia il modello migliore. In passato, questo tipo di pratica sarebbe stata costosa e probabilmente insostenibile anche per le società più redditizie. Oggi è alla portata di quasi tutte le imprese. In questo settore è diventata ormai un elemento essenziale nell'Industria 4.0;

- **Aerospace & Difesa-**La tecnologia 3D offre importanti vantaggi all'industria aerospaziale:
 - 1) **Processo di sviluppo più breve e riduzione del time market:** Le stampanti 3D offrono una soluzione più veloce per l'intero processo produttivo, dalla creazione, revisione e convalida del design concettuale. Ciò consente agli ingegneri di testare varie configurazioni e minimizzare il rischio di lancio del prodotto;

 - 2) **Possibilità di progettare geometrie complesse:** Si possono creare parti di forma ben definita e aumentare la complessità del design senza aumentare i costi di produzione;

 - 3) **Pezzi finiti di ottima precisione:** Finora, gli ingegneri dovevano pensare il pezzo in base alle geometrie possibili da realizzare attraverso processi tradizionali come: fresatura, fusione, forgiatura, tornitura, saldatura. Con la stampa 3D invece, possono contare su una flessibilità maggiore in termini di geometrie realizzabili, il che rende facile realizzare nuovi design. Componenti complessi possono adesso essere realizzati con una varietà di materiali plastici e metalli, come acciaio o alluminio;

- 4) **Costi bassi:** Una maggiore libertà di progettazione consente di ridurre il numero di pezzi che compongono il prodotto;
 - 5) **Riduzione del peso e migliore efficienza del carburante:** Attraverso la manifattura additiva si ottengono componenti aerospaziali con geometrie più efficienti e pesi ridotti, risparmiando grandi quantità di materiale non necessario;
 - 6) **Produzione di ricambi on-demand e on-site:** La stampa 3D permette di eliminare i costi di magazzino, consentendo la produzione on-demand e in loco di parti di ricambio. Normalmente, alcuni pezzi di ricambio potrebbero dover essere ordinati. Disponendo di stampanti 3D on-site è possibile ridurre eventuali ritardi nelle spedizioni.
-
- **Industria delle Materie Plastiche:** Alcune stampanti 3D riescono a realizzare parti più velocemente rispetto ai precedenti sistemi di produzione. Grazie ai canali di raffreddamento conformati che sostituiscono i fori dritti, il raffreddamento dello stampo è più efficace, migliorando così anche la qualità della parte stampata e riducendo i tempi del ciclo di produzione. Con la stampa 3D si possono produrre parti in polimero, rinforzati con fibra di carbonio, riducendo drasticamente anche il loro peso;
 - **Gioielleria e settore Orafo**
 - **Settore Dentale:** Nel corso degli ultimi anni, l'industria dentale è stata fortemente influenzata dalla tecnologia 3D, il cui impiego ha trovato spazio in diverse applicazioni, dal fissaggio dei denti rotti alla semplificazione del filo interdentale, da guide e modelli chirurgici a componenti di restauro dentale per soluzioni temporanee o permanenti. La stampa 3D può essere eseguita non solo in laboratori specializzati, ma anche nello studio dentistico, portando così importanti vantaggi in termini di tempo e di costi;
 - **Settore Automotive:** Grazie alla stampa 3D è possibile realizzare progetti con tempi di consegna ridotti e costi più bassi, permettendo ai progettisti di usufruire di nuovi modi per produrre veicoli.

Questa comporta molti vantaggi in questo settore:

- 1) **Ripetibilità delle parti;**

- 2) **Ottimizzazione topografica:** Attraverso questo processo disponibile nei pacchetti CAD è possibile ottenere la massima resistenza. La stampa 3D riesce a gestire geometrie complesse con il minimo scarto e materiali leggeri, cosa impossibile con i metodi tradizionali;
 - 3) **Parti finite leggere:** Un aspetto importante in questo settore è il peso dei componenti di un'automobile. Un'auto più leggera consuma meno carburante, il che la rende più rispettosa dell'ambiente;
 - 4) **Geometrie complesse per prototipi e parti finali:** La stampa 3D permette di realizzare strutture molto complesse, estremamente leggere e stabili, impossibili da realizzare con i metodi tradizionali;
 - 5) **Costi più bassi:** Con la manifattura additiva è possibile realizzare lotti di piccole dimensioni a costi più bassi;
 - 6) **Riduzione del numero di parti necessarie:** Con la stampa 3D, è possibile realizzare un unico pezzo stampato, anziché combinare varie parti. Questo permette di ridurre i tempi totali;
 - 7) **Riduzione degli scarti:** Con la stampa 3D viene utilizzata solo la quantità di materiale che serve per realizzare il componente dell'auto;
 - 8) **Personalizzazione:** Alcuni elementi di design dell'auto possono essere facilmente personalizzabili con la stampa 3D. Questo permette di risparmiare, creando anche un solo pezzo di un determinato componente esterno o interno della macchina;
 - 9) **Sostituzione veloce delle parti di ricambio per auto:** con la scansione 3D e alla produzione additiva, è possibile riprodurre pezzi di ricambio che non si trovano più sul mercato;
- **Industria Meccanica:** permette di ottimizzare il processo di progettazione, lo studio topologico dei pezzi e offre un connubio di caratteristiche come resistenza, peso ridotto e costi di produzione inferiori. Partendo da un file 3D, gli ingegneri possono stampare parti finite e prototipi di qualsiasi livello di complessità. Utilizzando un modello, quindi, è possibile produrre poi migliaia di parti meccaniche in pochi giorni;
- **Settore dell'elettronica di consumo:** la stampa 3D offre un valore significativo grazie alla capacità di creare prodotti personalizzati a cicli di sviluppo più veloci, le aziende

possono utilizzare la stampa 3D per rimanere competitivi in un mercato in continua evoluzione e sempre più orientato al consumatore.

- **Architettura:** la stampa 3D viene usata principalmente come strumento per modelli concettuali e di presentazione per potenziali clienti e investitori. [12]

4. GOOGLE FORMS

Google Forms è uno strumento di sondaggio gratuito che fa parte di G Suite, la suite per ufficio completa di Google. Gli altri servizi principali inclusi nella suite basata su cloud sono Fogli (Excel), Documenti (Word) e Diapositive (PowerPoint). Google Forms ti consente di raccogliere informazioni dagli utenti tramite quiz o sondaggi personalizzati. Puoi quindi collegare le informazioni a un foglio di lavoro su Fogli per registrare automaticamente le risposte. Il foglio di calcolo, quindi, popola con le risposte del quiz o del sondaggio in tempo reale. Ciò rende questo strumento uno dei modi più semplici per salvare i dati direttamente in un foglio di calcolo. Con Google Forms si possono raccogliere RSVP, avviare sondaggi o creare quiz con un semplice modulo online. Puoi condividere il tuo modulo Google via e-mail, tramite un collegamento diretto o sui social media e chiedere a tutti di partecipare. E poiché Google Forms è uno strumento online, è possibile condividere i moduli e collaborare con più persone sullo stesso modulo in tempo reale. [13]



Figura 11-Google Forms

4.1 CREAZIONE DEL MODULO GOOGLE FORMS

Dopo aver effettuato la registrazione di un account Google o @gmail, è possibile accedere alla piattaforma e creare un nuovo modulo, scegliendone uno da varie tipologie.

Quando viene creato un modulo Google, si possono scegliere i tipi di domande alle quali le persone devono rispondere. Le scelte sono:

- **Risposta breve:** le risposte richiedono solo poche parole, è possibile impostare la convalida dell'input dei dati. Ottimo per indirizzi e-mail o URL.
- **Paragrafo:** le risposte richiedono risposte a lungo termine di uno o più paragrafi. La convalida dell'input dei dati è disponibile anche per questo tipo di risposta.
- **Risposta multipla:** le persone scelgono tra una serie di opzioni (una per domanda). Si può includere "Altro" e un'opzione in modo che le persone possano inserire una risposta breve. A seconda della risposta di una persona, si può inviare a un'altra sezione del modulo.
- **Caselle di controllo:** i destinatari scelgono una o più di una serie di opzioni, inclusa l'opzione "Altro" per una risposta breve. A seconda della risposta di una persona, è possibile inviarla ad un'altra sezione del modulo.
- **Elenco a discesa:** le persone scelgono la risposta da una serie di opzioni in un menu a discesa (uno per domanda). In base alla risposta si possono inviare persone a un'altra sezione del modulo.
- **Caricamento file:** questo consente alla persona di caricare un file in risposta a una domanda. I file caricati utilizzano lo spazio di Google Drive per il proprietario del sondaggio. È possibile specificare le dimensioni e il tipo di file che le persone possono caricare.
- **Scala lineare:** le persone possono valutare la tua domanda su una scala che inizia da 0 o 1 e termina con un numero intero compreso tra 2 e 10.

- **Griglia a risposta multipla:** crea una griglia da cui le persone possono selezionare una risposta per riga. Facoltativamente, si possono limitare le risposte a una scelta per colonna e mescolare l'ordine delle righe.
- **Checkbox Grid:** questa opzione crea una griglia da cui le persone possono selezionare una o più risposte per riga. Facoltativamente, è possibile limitare le risposte a una scelta per colonna e mescolare l'ordine delle righe.
- **Data:** il rispondente deve scegliere la data come risposta alla domanda. L'impostazione predefinita è giorno, mese e anno. Opzionalmente, si può includere il tempo nelle risposte delle persone.
- **Ora:** il rispondente deve scegliere l'ora del giorno o una durata.

4.2 ARCHIVIAZIONE DELLE RISPOSTE IN FOGLI GOOGLE

Google Forms memorizza automaticamente le risposte del modulo. Salva ogni risposta nella scheda *Risposte* nella parte superiore del modulo e si aggiorna in tempo reale quando le persone rispondono alle domande, e automaticamente Google mostrerà le risposte sotto forma di grafici a barre e grafici a torta.

Il tipo di produzione che effettuate ha un'elevata incidenza della manodopera sul costo totale?

9 risposte

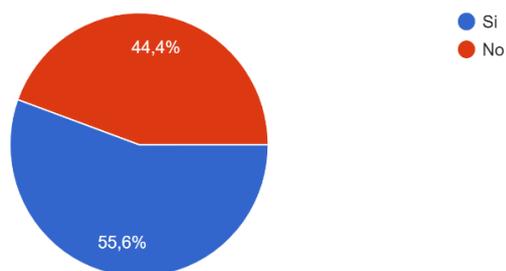


Figura 12-Esempio grafico di riepilogo 1

In generale, qual' è il livello di conoscenza di questo metodo di produzione?

9 risposte

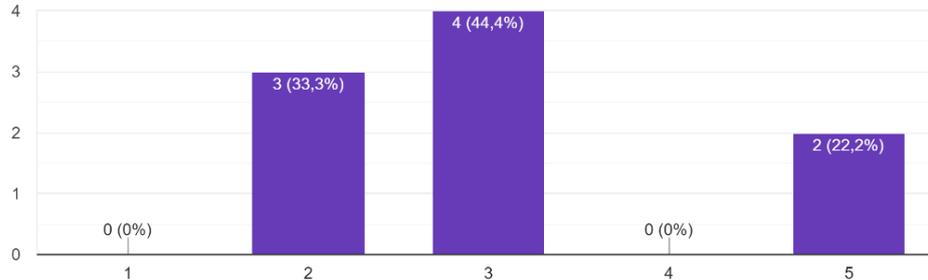


Figura 13-Esempio grafico di riepilogo 2

Tuttavia, un modo più approfondito per analizzare le risposte del modulo, è possibile generare un nuovo foglio di Google o collegarsi a uno esistente per archiviare e visualizzare le risposte. Quando si visualizzano i dati memorizzati in un foglio di calcolo, è possibile applicare i calcoli e le funzioni di Fogli Google per creare formule che manipolano le risposte.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	Informazioni cronologiche	Indirizzo email	Nome e Cognome	Azienda di riferimento	Mercato di riferimento in	Dimensione dell'azienda	Il tipo di produzione che	Quanto incide sul costo p	Riuscite sempre a rispetti	Se no, qu
2	28/07/2022 16.25.37		Maria Savina Pianesi	Delta srl	B2C	Oltre 50 dipendenti	Si	4	No	Difficoltà r
3	29/07/2022 16.45.19	a.giovannelli@italnanote	Andrea Giovannelli	Nano-Tech SpA	B2B	1-20 dipendenti	No	2	No	Difficoltà r
4	30/07/2022 9.16.51	mauro.canaletti@nuovac	Mauro Canaletti	Nuova Cagifer	B2B	1-50 dipendenti	Si	5	No	Elevata s
5	08/08/2022 10.14.42	mauro.parrini@simonelli	mauro	simonelli group	B2B	Oltre 50 dipendenti	No	3	No	Difficoltà r
6	06/09/2022 9.27.12	v.castorani@hcomposer	Vincenzo Castorani	HP Composites	B2B	Oltre 50 dipendenti	Si	5	No	Tempi di p
7	06/09/2022 9.31.21	e.santecchia@spherecut	Eleonora Santecchia	SphereCube	B2B	1-20 dipendenti	Si	5	No	Difficoltà r
8	06/09/2022 10.12.46	danilo.calisti@santoni.it	Danilo Calisti	Santoni	B2B	1-50 dipendenti	Si	4	No	Elevata s
9	06/09/2022 12.26.34	saverio.zitti@zanninisrl.it	Saverio Zitti	Zannini	B2B	Oltre 50 dipendenti	No	1	si	Difficoltà r
10	07/09/2022 17.05.38	a.monti@sabaerospace	A.Monti	SAB Aerospace	B2B	1-20 dipendenti	No	2	No	Difficoltà r
11										
12										
13										
14										
15										
16										

Figura 14-Foglio di lavoro

4.3 PRO E CONTRO DI GOOGLE FORMS

Google Forms è uno strumento molto utile che presenta, come tutte le applicazioni, dei pro e dei contro:

PRO

- Google Forms è facile da utilizzare;
- Il grande vantaggio di Moduli è quello di poter avere sia uno sguardo d'insieme, per valutare l'andamento della classe, sia di osservare i progressi del singolo, attraverso dei grafici;
- Si aggiorna e si salva automaticamente;
- Versatilità del software ovvero si possono creare quiz, ricerche di mercato, inviti, ricevere dei feedback, sondaggi ecc.;
- Personalizzazione, del modulo, con temi di colore e immagini di intestazione;
- Creazione di fogli di calcolo generato in base ai dati raccolti;

CONTRO

- Per utilizzare questo strumento è obbligatorio avere un account Google;
- Personalizzazione grafica dei moduli limitata;
- Difficoltà nel decifrare i dati forniti nel foglio di calcolo; [14]

5. FORMULAZIONE DEL QUESTIONARIO

Lo scopo di questa indagine è stato quello di andare ad indagare su varie aziende del territorio Fermano, per capire come andassero a risolvere alcuni problemi che affrontano ogni giorno, per accertare quante di queste fossero a conoscenza della stampa 3D andando così a suggerire un modo più efficiente, veloce, meno costoso per fronteggiare tali problemi. Questo lavoro inoltre è stato realizzato principalmente per aiutare la FermoTech andando a rintracciare varie aziende a cui offrire le proprie competenze nel campo della stampa 3D riuscendo così ad avere dei profitti per poter diventare un'azienda a tutti gli effetti e quindi riuscendo a mantenersi da sola.

Inoltre, il questionario, sottoposto alle aziende, è stato creato dall'applicazione Google forms è composto da 25 domande, sia a risposta aperta sia a risposta multipla, le aziende che si sono prestate alla compilazione del modulo sono state 9. Nella parte iniziale del questionario ci sono domande relative all'azienda ovvero alcune generalità riguardo al nome, sulle dimensioni e su

che tipo di mercato operano. Nella parte centrale vengono sottoposti alcuni probabili problemi che potrebbero essere riscontrati dagli enti, ovvero:

- Incidenza della manodopera sul costo totale;
- Ritardo nei tempi di consegna;
- Scarti;
- Elevati tempi di produzione;

e si indaga su come queste aziende cercano di risolverli e se effettivamente riescono a trovare, applicare delle soluzioni. L'indagine si conclude con domande relative alla stampa 3D, se è conosciuta come tecnica e soprattutto se può essere utile alle aziende.

5.1 ANALISI QUESTIONARIO

In questo paragrafo vengono analizzate le domande e le risposte del questionario che è stato sottoposto. Le aziende che hanno partecipato a questa intervista sono: Delta S.r.l., Nano-Tech S.p.A., Nuova Cagifer, Simonelli group, HP Composites, SphereCube, Santoni, Zannini, SAB Aerospace. Sono aziende molto importanti del territorio e come possiamo notare la maggior parte di esse opera in un mercato B2B.

Mercato di riferimento in cui la vostra azienda opera

9 risposte

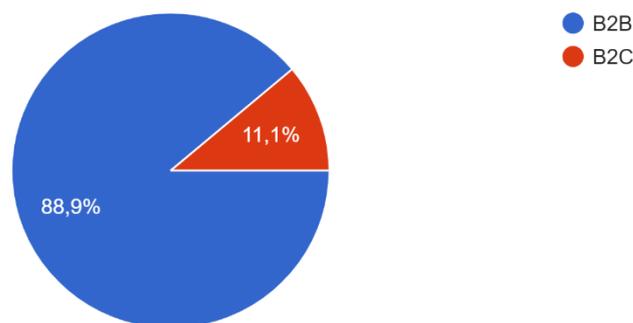


Figura 15-Mercato di riferimento in cui l'azienda opera

Come si evince dal grafico l'88.9% opera in un mercato B2B mentre il restante 11.1% opera nel B2C, quindi le aziende, principalmente, operano in mercati privati in cui le transazioni commerciali avvengono tra più organizzazioni aziendali.

Dimensione dell'azienda

9 risposte

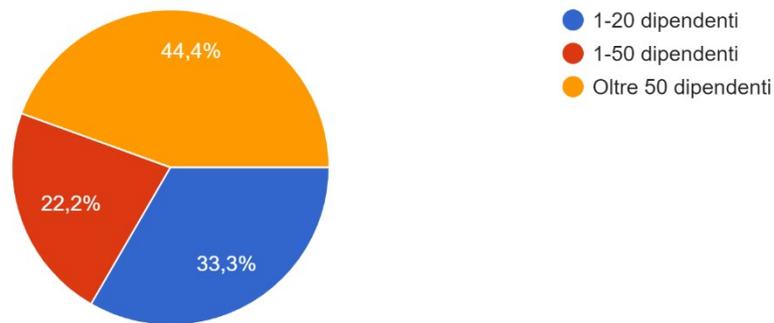


Figura 16-Dimensione dell'azienda

Possiamo notare che 4 aziende su 9 (il 44,4%) ha oltre 50 dipendi, inoltre si può evincere che siano relativamente grandi, 3 aziende su 9 (il 33,3%) sono costituite da 1 a 20 dipendenti mentre 2 aziende su 9 (22,2%) hanno da 1 a 50 dipendenti. Dunque, questo fa intendere che più della metà di questi enti è formato da circa 20-50 dipendenti.

Il tipo di produzione che effettuate ha un'elevata incidenza della manodopera sul costo totale?

9 risposte

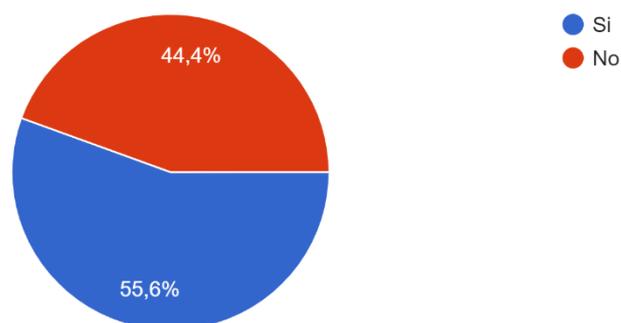


Figura 17-Il tipo di produzione che incide sulla manodopera?

Quanto incide sul costo produttivo?

9 risposte

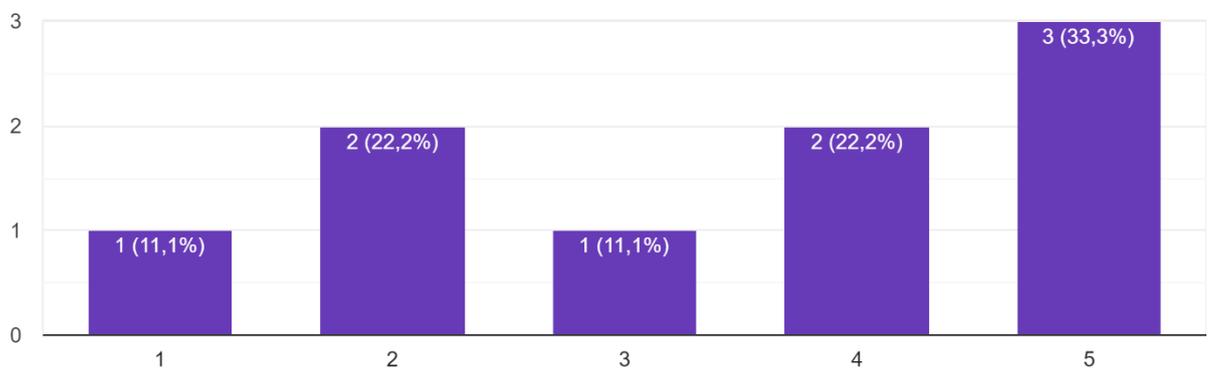


Figura 18-Incidenza della manodopera sul costo totale

In questa domanda si affronta uno dei primi problemi che riscontrano le aziende e possiamo osservare, dal grafico a torta, che il 55,6% afferma che la manodopera incide sul costo totale mentre per 44,4% non è così. Infatti, come riporta il grafico a barre, 5 aziende su 9 affermano che questo problema incide molto sul costo produttivo mentre le restanti 4 pensano il contrario o per lo meno la manodopera non rappresenta un costo elevato.

Riuscite sempre a rispettare i tempi di consegna concordati con i clienti?

9 risposte

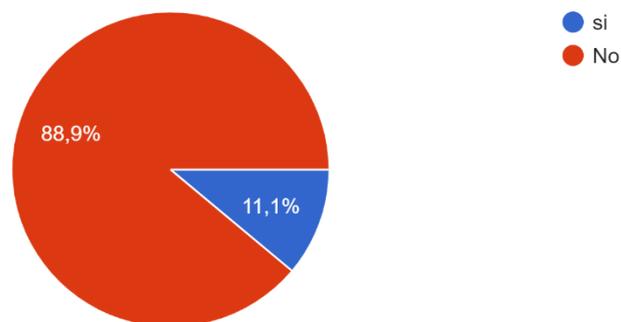


Figura 19-Tempi di consegna

Se no, qual' è la causa principale?

9 risposte

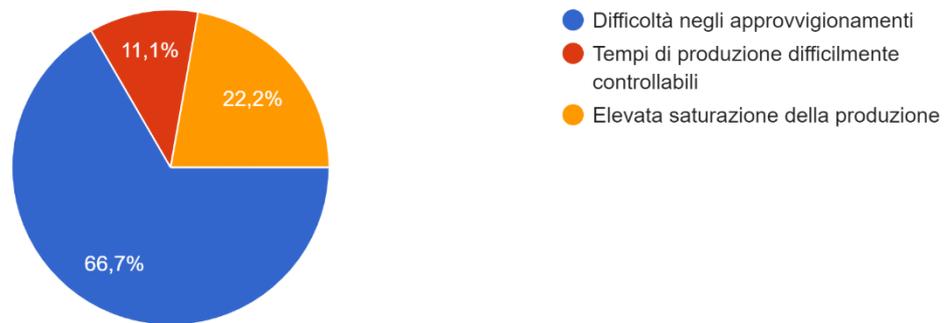


Figura 20-Causa principale dei ritardi

Un altro problema che riscontrano le aziende è sicuramente quello dei ritardi delle consegne. Dal grafico a torta si osserva che l'88,9% delle aziende accusa questa problematica mentre solo l'11,1% no. Le cause sono molteplici principalmente per il 66,7% gli enti hanno difficoltà con gli approvvigionamenti, per il 22,2% la causa è l'elevata saturazione della produzione mentre per l'11,1% la causa riguarda i tempi di produzione difficilmente controllabili. Quindi la maggior parte delle aziende intervistate, ovvero 8 su 9, riscontra questi ritardi per la consegna mentre solo 1 su 9 rispetta i tempi di consegna previsti ma sicuramente registra alcune delle cause elencate in precedenza.

Con quale frequenza capita?

9 risposte

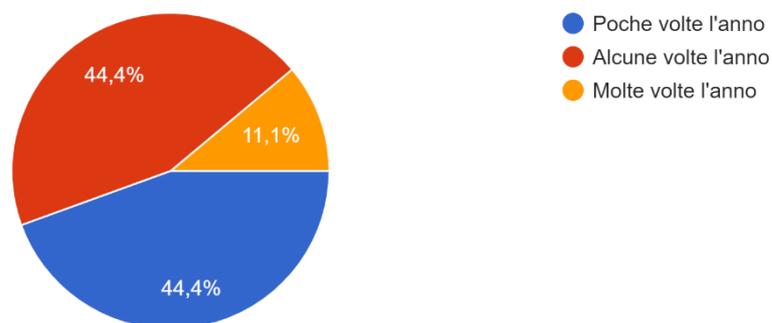


Figura 21-Frequenza del ritardo

La frequenza di questo problema per un 88,8% capita poche o alcune volte l'anno ma solo per 11,1% molte volte l'anno, questo fa capire che i ritardi nelle consegne non sono molto frequenti ma non esclude che non possano capitare. Per andare a risolvere questa problematica le aziende

hanno risposto alla domanda del questionario:” Come state cercando di risolvere questo problema?” fornendo delle soluzioni che cercano di adottare. Le risposte che hanno fornito sono le seguenti:

- Acquistando lotti più grandi e utilizzando più fornitori;
- Pianificazione acquisti e modulazione tempi di consegna in accordo con i clienti;
- Pianificazione produzione;
- metodologie pull e lean;
- Automazione di processo;
- Accorciando la supply chain;
- Analisi dei carichi di lavoro e riduzione tempi ciclo;
- Tranne quando c'è scarsità di materiale, non abbiamo problemi con le consegne;
- Fornitori diversi;

Da queste risposte possiamo ben capire che la maggior parte di loro cerca di andare a ridurre i tempi di lavorazione, la catena di approvvigionamento andando quindi a pianificare la produzione, gli acquisti e cercando di avere più fornitori cercando di ultimare gli ordini nel tempo previsto.

E' rimasto/a soddisfatto/a dalla soluzione adottata?

9 risposte

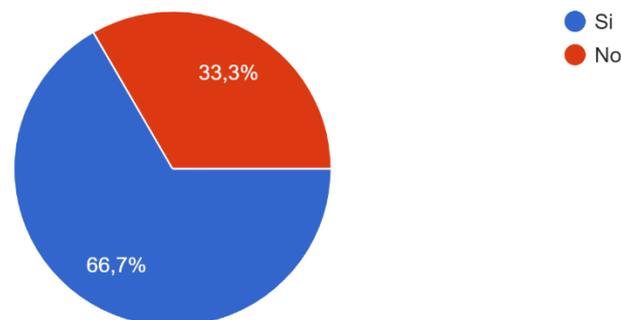


Figura 22-Soddisfazione soluzione adottata

Le soluzioni che sono state adottate dalle 9 aziende per il 66,7% hanno soddisfatto le loro aspettative ma per il 33,3% no, ma indagando le 3 aziende, che non hanno ricevuto un beneficio dalla loro soluzione al problema, hanno fornito una risposta sul perché non sono rimaste soddisfatte dalla soluzione da loro adottata, ovvero:

- Difficilmente implementabile per il tipo di produzione;
- Difficoltà nel cambiare le abitudini degli operatori;
- Difficoltà nel reperire materiali particolari per il settore aerospace;

Da queste risposte si desume che è complesso andare a velocizzare la produzione dato che andrebbe anche a variare il lavoro dei dipendenti e forse non potrebbe essere neanche applicata al tipo di produzione oppure anche aumentando il numero di fornitori sarebbe difficile ricavare, come in questo caso, i materiali specifici per il settore dell'aerospace.

La vostra produzione genera scarti?
9 risposte

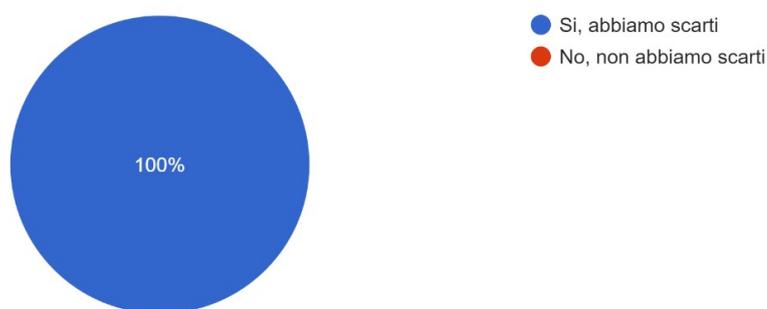


Figura 23-Scarti

Se si, com'è la loro incidenza sul costo dei prodotti e sui tempi di consegna?
9 risposte

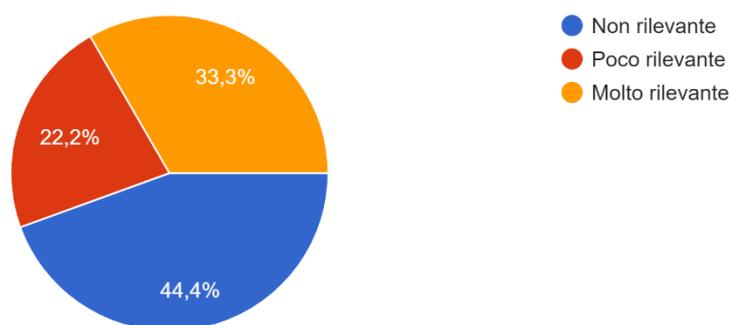


Figura 24-Incidenza degli scarti sul costo dei prodotti e sul tempo di consegna

La produzione di scarti è una problematica che, come possiamo ben notare dal nostro grafico, è al 100% presente nelle aziende. Questo problema incide anche sul costo dei prodotti e sui tempi di consegna e possiamo osservare che per il 33,3% è molto rilevante mentre per il restante 66,6% è poco o non molto rilevante.

Quali sono le principali cause di scarto?

9 risposte

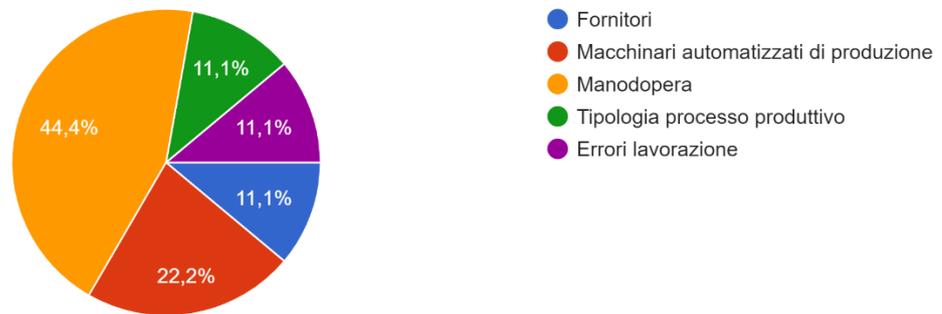


Figura 25-Cause principali dello scarto

Le fonti scarto sono molteplici ma per le 9 aziende il 44,4% riguarda la manodopera, il 22,2% riguarda i macchinari automatizzati di produzione ed il restante 33,3% riguarda gli errori di lavorazione, la tipologia di processo produttivo ed 'i fornitori. Da questi dati si potrebbe evincere che aziende che hanno un numero cospicuo di dipendenti hanno molta più probabilità di avere degli scarti che provengono dalla manodopera. Le aziende hanno fornito anche una risposta su come procedono per lo smaltimento degli scarti:

- Mediante progetti per il recupero finanziati dalla UE
- Rifiuto speciale
- Ritiro da aziende specializzate per riciclo
- Resi a fornitori
- Smaltimento in discarica
- Gestione in autonomia
- Smaltimento o riciclo per metalli
- Riciclo quasi totale
- Smaltimento

Da queste risposte osserviamo che le aziende cercano di smaltire i rifiuti ma principalmente cercano soprattutto di riciclarli e quindi in qualche modo cercano di riutilizzarli.

La vostra azienda sta lavorando per trovare metodi per diminuire i costi e i tempi di produzione?

9 risposte

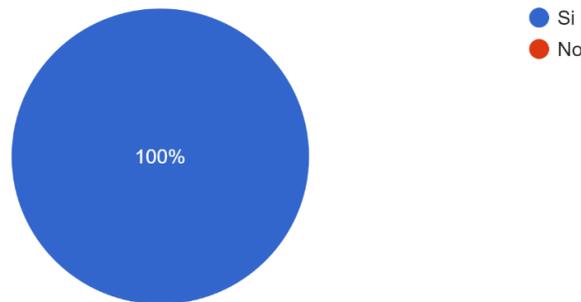


Figura 26-Riduzione dei costi e tempi di produzione

L'ultima problematica che andiamo a trattare è quella relativa alla riduzione dei costi e dei tempi di produzione, dal grafico si evince che per il 100% le aziende cercano modi per risolvere questa difficoltà. Per farlo loro procedono nei seguenti modi:

- Razionalizzazione delle produzioni;
- Aggregazione ordini per codice articolo, aumento batch minimi;
- Ottimizzazione cicli produttivi, nuove tecnologie, Cam evoluti;
- Lean;
- Gestione degli ordini e saturazione della produzione;
- Automatizzando i processi produttivi;
- Automazione per alcune attività;
- Ottimizzando le poche fasi di lavoro e controllo manuale, acquistando nuovi macchinari;
- Ottimizzazione del processo.

Conoscete la stampante 3D

9 risposte

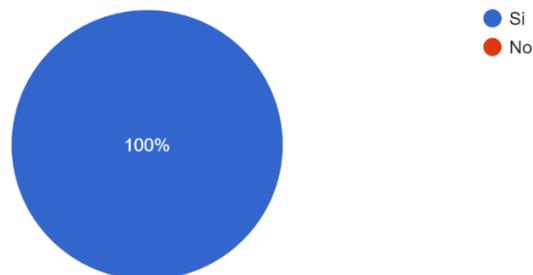


Figura 27-Conoscenza della stampante 3D

Avete mai avuto modo di utilizzarla?

9 risposte

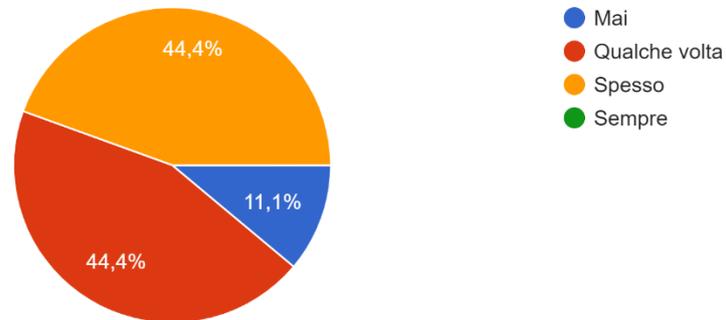


Figura 28-Quando viene utilizzata la stampa 3D

Conoscete i materiali utilizzabili e le tecnologie di stampa disponibili?

9 risposte

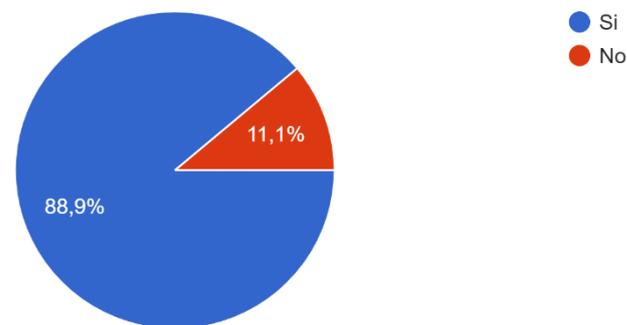


Figura 29-Conoscenza dei materiali utilizzabili e le tecnologie di stampa disponibili

In generale, qual' è il livello di conoscenza di questo metodo di produzione?

9 risposte

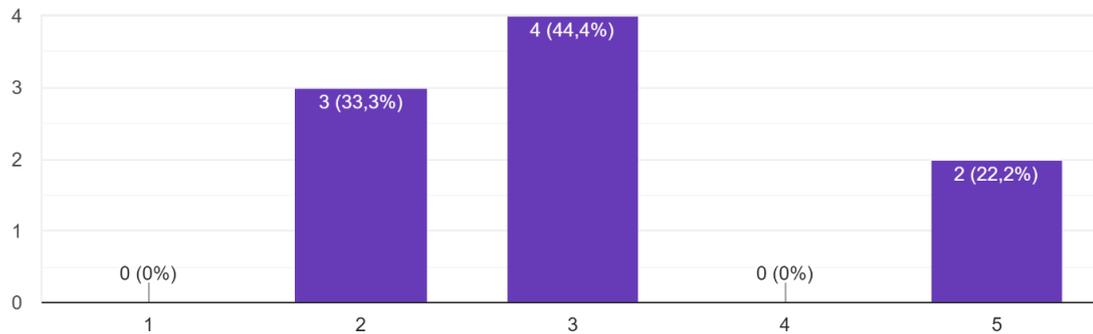


Figura 30-Conoscenza del metodo di produzione

Passiamo ora alla parte finale del questionario dove sono situate le domande relative alla stampa 3D. Guardando il grafico a torta le 9 aziende al 100% sono a conoscenza della stampante 3D, ma solo l'88,8% ha utilizzato spesso o qualche volta questo strumento mentre l'11,1% non lo ha mai adoperato. Infatti, l'88,9% delle aziende è a conoscenza dei materiali utilizzabili e delle tecnologie di stampa disponibili mentre 11,1% no, e da come viene riportato dal grafico a barre solo il 22,2% di queste aziende ha un livello molto elevato di conoscenza del metodo mentre la maggior parte di loro quindi il 77,7% ha un livello di conoscenza medio basso. Questo fa capire che anche se la maggior parte delle aziende è a conoscenza della stampante 3D solo una minima parte di esse ha un livello di conoscenza molto elevato ma questo non implica che utilizzino sempre questa tecnologia.

Ritenete che tale metodo di produzione possa esservi utile?

9 risposte

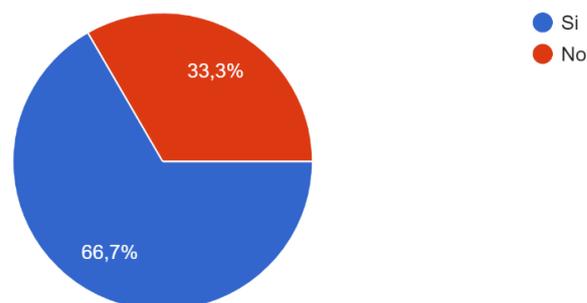


Figura 31-Utilità del metodo

L'ultima domanda del questionario riguarda l'utilità di questo metodo per le aziende. Come si può notare dal grafico solo il 66,7% ha confermato che questa metodologia può essere utile nella produzione di tutti i giorni, mentre solo il 33,3% ha risposto di no andando anche a spiegare perché appunto non può essere efficace:

- Tipologia di prodotto non riproducibile con stampa 3D;
- Produzione artigianale, i costi della stampa 3D sono troppo elevati;
- I nostri tempi ciclo non sono compatibili con la stampa 3D;

Da queste risposte possiamo ben capire le cause della non utilità del metodo che riguardano i costi, il tempo ciclo e la complessità del prodotto nella produzione.

5.2 CORRELAZIONI TRA LE DOMANDE

Nel seguente paragrafo vengono analizzate alcune correlazioni tra le varie risposte date dalle aziende. Vengono riformulate alcune domande in modo da capire se effettivamente le aziende potrebbero avere bisogno di stampanti 3D.

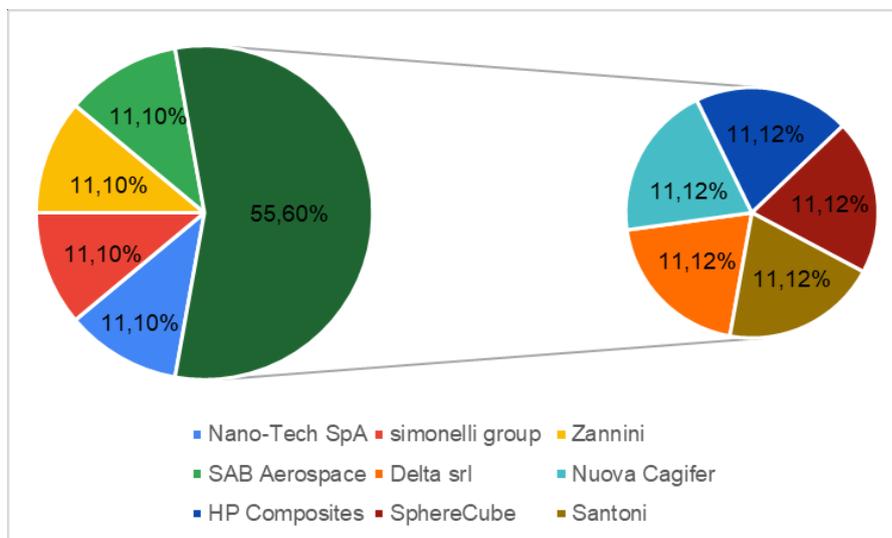


Figura 32-Correlazione tra problema della manodopera e conoscenza stampante 3D

Questo grafico a “Torta della torta” illustra come nella prima parte le 9 aziende sono a conoscenza per il 100% della tecnologia stampante 3D ma passando al secondo grafico si evince che 55%, ovvero 5 aziende su 9, riscontra problemi con la manodopera. Da questo si può desumere che se questi 5 enti riscontrassero tale problematica potrebbero risolverla diminuendo il costo relativo all'incidenza del lavoro andando a produrre oggetti, pezzi di macchinari necessari utilizzando la stampa 3D, ovviamente facendo opportuni confronti fra i costi e se non

va contro il piano di produzione. Dunque, queste aziende potrebbero trovare un beneficio utilizzando tale tecnologia.

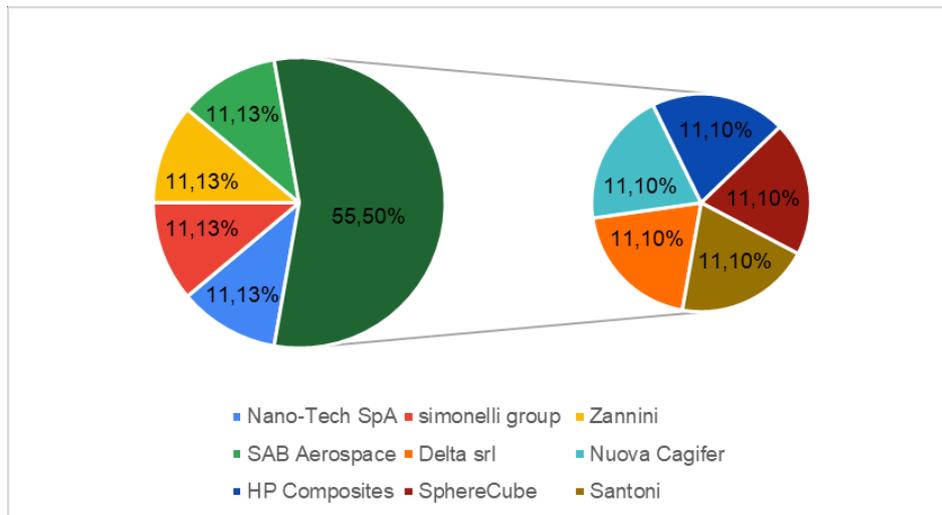


Figura 33-Correlazione tra il problema dei costi di produzione e conoscenza della stampa 3D

Nella figura 35 viene riportato il grafico “Torta della torta” in cui nel primo troviamo la percentuale della conoscenza, da parte delle 9 aziende, della stampante 3D e nel grafico più piccolo, che corrisponde al 55,5% delle aziende, si riporta la percentuale degli enti che riscontrano problemi con il costo della produzione. Da questo si deduce che le 5 aziende, che rilevano questo problema, potrebbero risolverlo o pensano di risolverlo affidandosi alla tecnologia della stampa 3D andando a ridurre quelli che sono i costi legati alla produzione di beni e materiali.

CONCLUSIONI

Il fine di questo studio è stato quello di indagare su quali aziende fossero a conoscenza della stampa 3D e se fosse utile nella loro produzione. Lo scopo principale del lavoro è quello di contribuire alla ricerca di aziende fornendo un ulteriore aiuto al laboratorio FermoTech per acquisire nuovi clienti affinché possa diventare effettivamente un’azienda.

L’indagine svolta ha permesso una comprensione su quali fossero alcuni problemi che le aziende riscontrano nella quotidianità, attraverso un’analisi approfondita delle risposte utilizzando i grafici e su quelle che sono le soluzioni adottate per risolverli e soprattutto se è effettivamente la tecnologia della stampante 3D può essere utile ulteriormente. Lo studio condotto ha anche permesso di creare delle correlazioni fra varie domande del questionario per

capire se questi enti, che hanno partecipato all'indagine, possono trovare un'utilità in questa tecnologia.

Questo studio potrebbe avere degli sviluppi futuri andando ad inserire nell'indagine quelli che potrebbero essere dei problemi che le aziende riscontrano nella produzione, per esempio:

- Rapidità con cui viene realizzato un pezzo nel qual caso un macchinario avesse bisogno di manutenzione;
- Velocizzare i tempi di produzione;

questi sono solo alcune delle difficoltà che potrebbero riscontrare le aziende ma che possono essere inserite.

In conclusione, questo tipo di indagine potrebbe essere ampliata andando ad intervistare una quantità maggiore di aziende avendo così molte più risposte.

BIBLIOGRAFIA

- [7] Charles W. Hull, Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography..

SITOGRAFIA

- [1] «<https://fermotech.it/>,» [Online].
- [2] «<https://www.comune.fermo.it/it/notizie/art/3308-aperto-e-operativo-il-laboratorio-di-ricerca-fermo-tech/>,» [Online].
- [3] «<https://www.meccanicaneews.com/additive-manufacturing/>,» [Online].
- [4] «<https://www.startupgeeks.it/customer-discovery/>,» [Online].
- [5] «<https://www.sprintlab.it/blog/javelin-board/>,» [Online].
- [6] «<https://www.sprintlab.it/blog/problem-solution-fit/#:~:text=Ma%20che%20cos'%C3%A8%20di,migliore%20da%20proporre%20per%20risolverlo,>» [Online].
- [8] «https://it.wikipedia.org/wiki/Stampa_3D,» [Online].
- [9] «<https://tecnologia.libero.it/cosa-sono-e-come-funzionano-le-stampanti-3d-12582,>» [Online].
- [10] «<https://ilfattoalimentare.it/stampante-alimenti-obiettivo-elettrodomestico-uso-comune.html,>» [Online].
- [11] «<https://www.3dnatives.com/it/progetti-3d-bioprinting-081120219/#:~:text=Il%203D%20bioprinting%20o%20biostampa,tessuto%20o%20anche%20un%20organo,>» [Online].

[12] «<https://www.selltek.it/settore-stampa-3d/>,»

[13] «<https://www.creativemotions.it/google-forms/>,» [Online].

[14] «<https://www.capterra.it/reviews/176571/google-forms/>,» [Online].

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1- Javelin Board	17
Figura 2-Brainstorming	18
Figura 3-Execution	20
Figura 4-Get out of the building	21
Figura 5-Tabella Problem-solution fit canvas	25
Figura 6-Stampante 3D FDM.....	28
Figura 7-Materiali di stampa 3D (SLA)	30
Figura 8-Stampante 3D a resina (SLA)	30
Figura 9- Materiali realizzati con stampa 3D SLS	31
Figura 10-Stampante 3D (SLS).....	31
Figura 11-Google Forms	36
Figura 12-Esempio grafico di riepilogo 1	38
Figura 13-Esempio grafico di riepilogo 2	39
Figura 14-Foglio di lavoro	39
Figura 15-Mercato di riferimento in cui l'azienda opera	41
Figura 16-Dimensione dell'azienda	42
Figura 17-Il tipo di produzione che incide sulla manodopera?	42
Figura 18-Incidenza della manodopera sul costo totale	43
Figura 19-Tempi di consegna.....	43
Figura 20-Causa principale dei ritardi.....	44
Figura 21-Frequenza del ritardo	44
Figura 22-Soddisfazione soluzione adottata	45
Figura 23-Scarti.....	46

Figura 24-Incidenza degli scarti sul costo dei prodotti e sul tempo di consegna.....	46
Figura 25-Cause principali dello scarto	47
Figura 26-Riduzione dei costi e tempi dei tempi di produzione	48
Figura 27-Conoscenza della stampante 3D.....	49
Figura 28-Quando viene utilizzata la stampa 3D	49
Figura 29-Conoscenza dei materiali utilizzabili e le tecnologie di stampa disponibili.....	49
Figura 30-Conoscenza del metodo di produzione.....	50
Figura 31-Utilità del metodo	50
Figura 32-Correlazione tra problema della manodopera e conoscenza stampante 3D	51
Figura 33-Correlazione tra il problema dei costi di produzione e conoscenza della stampa 3D	52

RINGRAZIAMENTI

Inizio ringraziando la mia famiglia che mi ha sempre sostenuto lungo questo percorso. Ringrazio il mio relatore il professor Alessio Vita per avermi dedicato il suo tempo riuscendo così a poter scrivere al meglio questo lavoro di tesi. Ringrazio i miei amici, che ho potuto incontrare in questi anni, con cui ho condiviso molte esperienze. Infine, vorrei ringraziare i miei amici di una vita che mi hanno visto iniziare questo percorso e sempre mi sono stati accanto.