

L'impacte de la impressió 3D en la logística - Cas d'estudi: Impressió 3D de les plantilles dels jugadors d'hoquei patins de la Parlem Ok Lliga

Nom de l'estudiant: Aleix Domènech Muñoz

Nom del tutor/a: Dr. Jesús Martínez Marín y Ernesto Martínez de Carvajal

20/06/2022

MEMÒRIA DEL TREBALL FINAL DE GRAU

Curs: 4rt

Estudis: Grau en Logística i Negocis Marítims

Resum

La impressió 3D és una tecnologia que cada vegada està causant un major impacte en la societat. Els avanços que s'estan produint estan permetent l'adopció de noves maneres de fer. Conseqüentment, al modificar els processos productius de les empreses, la logística d'aquestes es veu afectada. Amb aquest treball es presenten els canvis que aquesta tecnologia esta produint en la logística focalitzant-se en Catalunya a l'hora que també s'investiga la viabilitat d'utilitzar-la per modificar la cadena de subministrament d'un producte: les plantilles dels patins d'hoquei patins.

Resumen

La impresión 3D es una tecnología que cada vez está causando un mayor impacto en la sociedad. Los avances que se están produciendo están permitiendo la adopción de nuevas formas de hacer. Consecuentemente, al modificar los procesos productivos de las empresas, la logística de éstas se ve afectada. Con este trabajo se presentan los cambios que esta tecnología está produciendo en la logística focalizándose en Cataluña a la vez que también se investiga la viabilidad de utilizarla para modificar la cadena de suministro de un producto: las plantillas de los patines de hockey patines.

Abstract

3D printing is a technology that every time is causing a greater impact on society. The advances that are taking place are allowing the adoption of new ways of doing. Consequently, by modifying the production processes of companies, their logistics are affected. This work presents the changes this technology is producing in logistics, focusing on Catalonia, while also investigating the feasibility of using it to modify the supply chain of one product: rink hockey skate's frames.

Índex

1.	Introducció	5
2.	Marc teòric.....	8
2.1.	La impressió 3D.....	8
2.2.	Aplicacions de la impressió 3D	9
2.2.1.	La impressió 3D i l'esport.....	11
2.3.	Materials utilitzats en la fabricació additiva	13
2.3.1.	Metalls	13
2.3.2.	Polímers	13
2.3.3.	Ceràmics	13
2.3.4.	Compostos	13
2.4.	Impacte de la impressió 3D en la logística.....	14
2.5.	Conclusions marc teòric.....	20
3.	Objectius de recerca.....	22
4.	Metodologia	23
4.1.	Disseny de l'enquesta.....	24
4.1.1.	Disseny del qüestionari.....	24
4.1.2.	Definició del públic objectiu i selecció dels enquestats	26
4.1.3.	Anàlisi de dades	27
5.	Resultats.....	28
5.1.	Visió general de l'ecosistema de la impressió 3D a Catalunya.....	28
5.2.	Anàlisi de l'impacte que té la indústria de la impressió 3D catalana en la logística.....	29
5.3.	Cas d'estudi.....	37
5.3.1.	Introducció a l'hoquei patins català.....	38
5.3.2.	Cadena de subministrament de la plantilla del patí	39
5.3.3.	Impressió 3D i la plantilla d'hoquei patins	41

5.4.	Anàlisi de la viabilitat i efectes de la producció amb impressió 3D de les plantilles dels patins dels jugadors professionals d'hoquei patins de Catalunya	42
6.	Conclusions	49
6.1.	Limitacions del treball	51
6.2.	Recomanacions per a futurs treballs.....	51
7.	Bibliografia.....	52
7.1.	Webgrafia	54
8.	Glossari	57
9.	Annexos	59
9.1.	Annex A.....	59
9.2.	Annex B.....	64
9.3.	Annex C.....	66
9.4.	Annex D.....	83
9.5.	Annex E	86
9.6.	Annex F	90
9.7.	Annex G	92

1. Introducció

La logística 4.0 és un terme que s'utilitza per referir-se a l'estat o tendència de la logística actual. Amb el pas del temps, aquesta indústria es veu obligada a ser canviant i a adaptar-se als canvis i reptes que presenta la societat actual. Una possible definició de la logística 4.0 podria ser la següent; sistema logístic que permet la satisfacció sostenible de les demandes individualitzades dels clients sense augment de costos i dona suport a aquest desenvolupament en la indústria i el comerç mitjançant tecnologies digitals (Winkelhaus & Grosse, 2020).

Segons la recopilació de la literatura realitzada per Sven Winkelhaus i Eric H. Grosse (2020) en el seu estudi sobre la logística 4.0, es pot identificar com, entre altres tecnologies que formen part d'aquesta era digital com l'IoT¹, la impressió 3D també entesa amb l'expressió "fabricació additiva", és una de les paraules clau utilitzades en articles acadèmics que tracten sobre la logística 4.0. A més, si s'analitza més concretament la bibliografia que tracta de la pròpia fabricació additiva es pot veure com el número d'articles acadèmics creix de forma exponencial any rere any (Vicente Oliva, 2018). Així doncs, es demostra la projecció i relació que té aquesta tecnologia amb la indústria en qüestió.

Aquesta tècnica ha canviat els principis de la producció tradicional i té un impacte principalment en els camps de la fabricació, comerç, duanes, cadena de subministrament, lleis, medi ambient i sostenibilitat, etc. Segons l'informe realitzat per İyigün, Faruk i Editors (2022) es preveu que la impressió 3D causarà un efecte econòmic de 230.000 a 550.000 milions de dòlars anuals pel 2025. Marques comercials de prestigi mundial com Mercedes Benz, BMW, IKEA o Ford han compartit les seves experiències amb la impressió 3D i han demostrat que el seu ús és beneficiós. Així mateix, empreses purament logístiques com UPS, TNT o FedEx també han començat a fer-ne ús.

Es pot dir que és un sector d'alt creixement a dia d'avui ja que, contínuament, està superant previsions i expectatives. Estudis recents com el de Vicente Oliva (2018) o el de İyigün, Faruk i Editors (2022) revelen que el creixement anual de la inversió en impressió 3D és 3 vegades més gran que el fet en la maquinària tradicional durant els darrers 5 anys. Així doncs, si es continua amb la mateixa taxa de creixement pel que fa

¹ IoT és l'acrònim del terme en anglès "Internet Of Things" que fa referència a la interconnexió de dispositius que permet la compartició d'informació a través d'un marc unificat. Font: (Winkelhaus & Grosse, 2020)

a la inversió, es preveu que el 50% de la producció mundial serà produïda per impressores 3D l'any 2060. Si això fos així, s'estima que el comerç mundial es reduiria un 25%.

Per una altra banda, segons les estimacions realitzades per *Mckinsey Global Institute*, el comerç físic de mercaderies podria veure's reduït en un 1-2% l'any 2030 (World Economic Forum, 2020). D'aquesta manera es pot identificar com la fabricació additiva pot fer disminuir el comerç.

El potencial d'aquesta tecnologia seguit pels constants avenços que s'estan produint any rere any no han passat desapercebuts pel sector logístic. A més, degut als beneficis que ha aportat durant la pandèmia s'ha pogut veure com la impressió 3D ha cridat encara més l'atenció. La demanda de productes més personalitzats, l'exigència del consumidor en la reducció dels temps d'entrega i la descentralització són tan sols algunes de les necessitats que la indústria logística actual demanda i que poden ser satisfetes amb la utilització de la tecnologia d'impressió 3D. Així mateix, com que la logística està a tot arreu i la impressió 3D permet imprimir gairebé qualsevol cosa, pràcticament totes les indústries se'n poden beneficiar.

L'adopció de la fabricació additiva arreu del món actualment és tan notable que s'ha convertit, fins i tot, en una matèria obligatòria en el camp de l'educació. Per a poder fer-ne un ús eficient i seguir desenvolupant i perfeccionant aquesta tecnologia, és fonamental formar i capacitar a la societat de la millor manera possible. Sobretot als vertaders nadius digitals que són els estudiants de la Generació Z (Popescu et al., 2019).

La fabricació additiva està tenint un impacte degut als avantatges que presenta respecte als mètodes de fabricació tradicionals. Són varies les indústries que ja han optat per la incorporació de la tecnologia d'impressió 3D als seus processos i cadenes de subministrament, però al ser dos àmbits en constant creixement, el futur de la relació d'aquesta tecnologia amb la logística és encara incert.

Així com aquest mètode de fabricació presenta un conjunt d'oportunitats, per una altra banda també hi ha certes restriccions i limitacions que condicionen la seva adopció generalitzada per les diferents empreses. L'expansió i adopció d'aquesta tecnologia dependrà dels avenços que es produeixin en certs factors claus com ho pot ser la velocitat d'impressió, els materials, etc. (İyigün et al., 2022).

Canvia la manera en que les coses estan fetes i això té un impacte en les cadenes de subministrament actuals basades prèviament en els mètodes de producció convencionals com, per exemple, els mètodes de fabricació substractiva.

La motivació d'aquest treball sorgeix per l'interès en concretar i exposar de quina manera està impactant aquesta tecnologia en els processos logístics de les empreses. Quins canvis i beneficis està aportant i quines són les tendències de futur.

Per una banda, a través d'una consulta d'experts s'aporta i s'analitza la visió dels propis professionals introduïts en la indústria sobre l'estat actual i les expectatives que es tenen en un futur així com l'impacte actual d'aquesta tecnologia en el sector logístic.

Per una altra banda, com a segona part del projecte, s'investiguen els canvis i les diferències que poden sorgir en la logística d'empreses reals al implementar la impressió 3D en els seus processos. En aquest cas s'estudia el camp de l'esport degut a la motivació de l'autor en relacionar aquest treball amb la seva passió; l'hoquei patins.

Com a resultat, amb aquest treball de final de grau es pretén presentar l'impacte actual que té aquesta tecnologia en la logística anant més enllà de la recerca literària aportant dades i exemples reals. S'escull Catalunya com a principal focus d'investigació.

2. Marc teòric

En aquesta secció es presenta una revisió de la literatura feta a través de la qual es presenta i s'introdueix la tecnologia d'impressió 3D. Es comenta el seu funcionament, les seves aplicacions en diferents indústries i els seus impactes en la logística.

L'objectiu d'aquest apartat és concretar l'abast del projecte per tal de definir les principals qüestions que s'analitzaran. S'introdueixen els principals fets en els quals es basa teòricament aquest treball. Això ajudarà a justificar la investigació i donarà peu al seu desenvolupament.

2.1. La impressió 3D

La impressió 3D és una tècnica que va sorgir als anys 80 i que ràpidament va repercutir en l'entorn del prototipat. No obstant, fins al present, aquesta tecnologia ha experimentat un gran i ràpid creixement fins al punt en que actualment se n'està fent ús en diverses indústries (Halassi et al., 2019; Martínez de Carvajal Hedrich, 2019; Nikitakos et al., 2020; Paulo Lago Job, 2020; Shahrubudin et al., 2019).

Mitjançant la fabricació additiva (d'ara en endavant també Additive Manufacturing, AM), una impressora 3D permet crear objectes de tres dimensions a través de l'agregació del material capa per capa (Martínez de Carvajal Hedrich, 2019; Paulo Lago Job, 2020). Això trenca amb l'estil dels mètodes de fabricació tradicionals com poden ser el subtractiu, amb el que es treu el material d'un bloc inicial per donar-li la forma desitjada, o el d'emmotllament, amb el que es fan motlles per contenir el material i donar-li la forma que es pretén (Paulo Lago Job, 2020).

Mentre que els processos convencionals presenten unes limitacions geomètriques, la AM permet crear articles amb estructures complexes sense la necessitat d'aplicar tantes etapes de "post-tractament", tot i que determinades tècniques sí que en requereixen. També pot eliminar la fabricació per parts amb el requisit d'un posterior muntatge o soldat. (Paulo Lago Job, 2020).

Actualment hi ha una gran varietat de mètodes d'impressió en 3D. Aquests es diferencien essencialment segons la manera en la que s'afegeix el material. Algunes de les metodologies d'impressió, per exemple, són el modelatge per deposició fosa (d'ara en endavant Fused Deposition Modeling, FDM) o el sinteritzat selectiu per làser (d'ara en endavant Selective laser Sintering, SLS) que fonen o estoven el material per produir

les capes. No obstant, la descripció detallada de les diferents tècniques d'impressió 3D no forma part de l'objectiu d'aquest treball.

Així doncs, depenent del material que es vulgui utilitzar, l'aplicació que se li vulgui donar a la peça final o la complexitat de la seva estructura, entre d'altres, serà més recomanable utilitzar un mètode o un altre. Cadascun té els seus propis avantatges i inconvenients (Martínez de Carvajal Hedrich, 2019; Paulo Lago Job, 2020; Shahrubudin et al., 2019).

Pel que fa al disseny del producte que es vol imprimir, amb els programes informàtics existents és relativament senzill materialitzar qualsevol idea. A més, n'hi ha de gratuïts així que la seva accessibilitat ho facilita encara més. Primer es necessita un software de disseny assistit per ordinador (d'ara en endavant CAD per l'abreviació del terme en anglès "Computer- Aided Design") amb el que es crea el disseny 3D de la peça. Això es pot fer manualment o també es pot escanejar un article ja existent a través d'un escàner 3D obtenint així el model tridimensional d'una forma molt més ràpida. Després, es carrega el fitxer generat en un programari de laminat o *slice*² amb el que s'acaben d'ajustar tots els paràmetres d'impressió com l'alçada de les capes, la velocitat d'impressió, la quantitat de material utilitzat, etc. Aleshores, es genera un arxiu anomenat GCODE que es el que normalment són capaces de llegir les impressores 3D. L'objecte ja està a punt per a ser imprès (Martínez de Carvajal Hedrich, 2019; Paulo Lago Job, 2020; Shahrubudin et al., 2019).

Actualment, no només hi ha empreses que posen a disposició dels clients els seus serveis d'impressió 3D. Aquestes disposen de moltes i diferents tipus d'impressores 3D que ofereixen tant a empreses com als propis consumidors. Sinó que degut al relatiu baix cost d'adquisició d'aquesta tecnologia i la seva facilitat d'utilització, entre d'altres, ja és possible que els usuaris consumidors dels productes finals siguin capaços de convertir-se en els seus propis productors (Halassi et al., 2019).

2.2. Aplicacions de la impressió 3D

Gràcies a la seva versatilitat, la impressió 3D s'utilitza en varis sectors. La indústria automobilística, la mèdica i l'aeroespacial són les que demostren un ús més extens de la AM. Tot i així, aquesta està present en moltes més. Algunes de les principals raons

² Nom en anglès que se li dona a un programari de laminat. Font: (Paulo Lago Job, 2020)

més destacades per les que aquests sectors l'han adoptat són el prototipat, el desenvolupament de productes i la innovació (Paulo Lago Job, 2020).

En el camp de la medicina s'està utilitzant per a la producció de pròtesis personalitzades, d'òrgans artificials, per a realitzar simulacions de pràctiques quirúrgiques, per exemple, o per la creació de fèrules que, a part de ser personalitzades, són més lleugeres i impermeables (Martínez de Carvajal Hedrich, 2019; Nikitakos et al., 2020; Paulo Lago Job, 2020; Quanjin et al., 2020; Shahrubudin et al., 2019).

En l'àmbit automobilístic i aeroespacial, l'AM permet reduir tant els temps com els costos de producció. A més, la lleugeresa de les peces i la llibertat de disseny fan que aquesta tecnologia pugui beneficiar en gran mesura a aquestes dues indústries. Per això, ja s'han arribat a crear des de components per satèl·lits o helicòpters, motors de combustió, tubs d'escapament o carrosseria fins a drons, cotxes, motos, bicis o autobusos sencers. Així mateix, la viabilitat de creació de peces complexes permet que peces com, per exemple, l'injector de combustible de l'empresa GE Aviation, passi a poder-se fabricar com una sola unitat en comptes d'estar compostat de 18 peces diferents. La impressió 3D també s'utilitza per produir peces de recanvi. Algunes que, fins i tot, ja no es troben disponibles al mercat (Martínez de Carvajal Hedrich, 2019; Paulo Lago Job, 2020; Shahrubudin et al., 2019).

En el sector de la construcció també s'ha començat a treballar amb aquesta tecnologia. A través d'impressores 3D de grans dimensions ja s'han construït ponts, cases, edificis, oficines i escultures per tot el món.

Per altra banda, altres camps d'aplicació podrien ser la indústria alimentària on, gracies a la capacitat de poder personalitzar els aliments, es poden preparar dietes específiques per satisfer necessitats alimentàries especialitzades (Shahrubudin et al., 2019). També s'utilitza en la producció de dispositius electrònics passius com podria ser la carcassa d'una càmera fotogràfica i també d'actius com transistors, díodes o bateries entre altres. En la indústria de la moda també se n'ha fet ús; des de la fabricació d'instruments musicals o la confecció de vestits i sabates fins a la impressió de joguines, joies, bijuteria i altres accessoris (Martínez de Carvajal Hedrich, 2019; Quanjin et al., 2020).

Si bé és cert que la impressió 3D s'ha fet un lloc en moltes indústries, consegüentment, un altre àmbit important on ha tingut una gran repercussió és en el de l'educació. A part de la formació de persones per a que puguin treballar amb aquesta tecnologia, l'AM

també s'utilitza com a una eina de recolzament en l'aprenentatge. Ajuda a entendre la connexió entre lo abstracte i lo material a l'hora que fomenta la creativitat (Paulo Lago Job, 2020).

No obstant, per contrapartida, també s'utilitza per a fins més delicats com pot ser la fabricació d'armes. Amb la capacitat de produir armes letals que a l'hora són difícils de detectar per les autoritats, aquesta tecnologia també presenta certs riscos que s'han de tenir en compte (Martínez de Carvajal Hedrich, 2019).

2.2.1. La impressió 3D i l'esport

Pel que fa a l'esport, empreses relacionades amb aquest camp ja han començat a utilitzar aquesta tecnologia per produir alguns productes. El material esportiu és un dels principals aspectes que els jugadors que practiquen qualsevol esport tenen en compte. Quan més professional sigui la competició, més personalització i especificacions tècniques requeriran els atletes a l'hora de decidir invertir en equipament.

Actualment ja hi ha marques que estan fent ús d'aquesta tecnologia. Alguns exemples són els que es mostren a continuació; Nike ja ha fabricat tacs de botes per a jugadors de futbol americà (Martínez de Carvajal Hedrich, 2019). CCM Hockey es va associar amb Carbon³ per produir el primer revestiment de casc d'hoquei gel imprès en 3D i certificat per la NHL del món⁴. Adidas y New Balance han creat soles per sabates de *running*, Cobra Puma Golf ha implementat la impressió 3D en el golf produint prototips de nous models aprofitant la reducció de cost que això suposa, Burton Snowboards ha desenvolupat exitosament una taula d'*snow* amb la que la persona no ha d'enganxar les seves sabates a la pròpia taula, ha fabricat taules de surf i l'empresa austríaca Zweikampf ha adoptat l'AM no només per a desenvolupar un nou model d'espillera sinó que també l'ha utilitzat per la producció final del producte acabat (Meier et al., 2019).

Altres exemples de material esportiu imprès amb impressores 3D, basat en l'experiència pròpia de l'autor, serien marcs de bicicletes, trineus, màscares protectores i raquetes.

A més a més, per una altra banda, cada vegada apareixen nous estudis sobre la producció de cert equipament esportiu mitjançant impressores 3D. Des de protectors de pit pels jugadors i jugadores d'hoquei herba (Milosevic & Bogovic, 2018) o marcs de

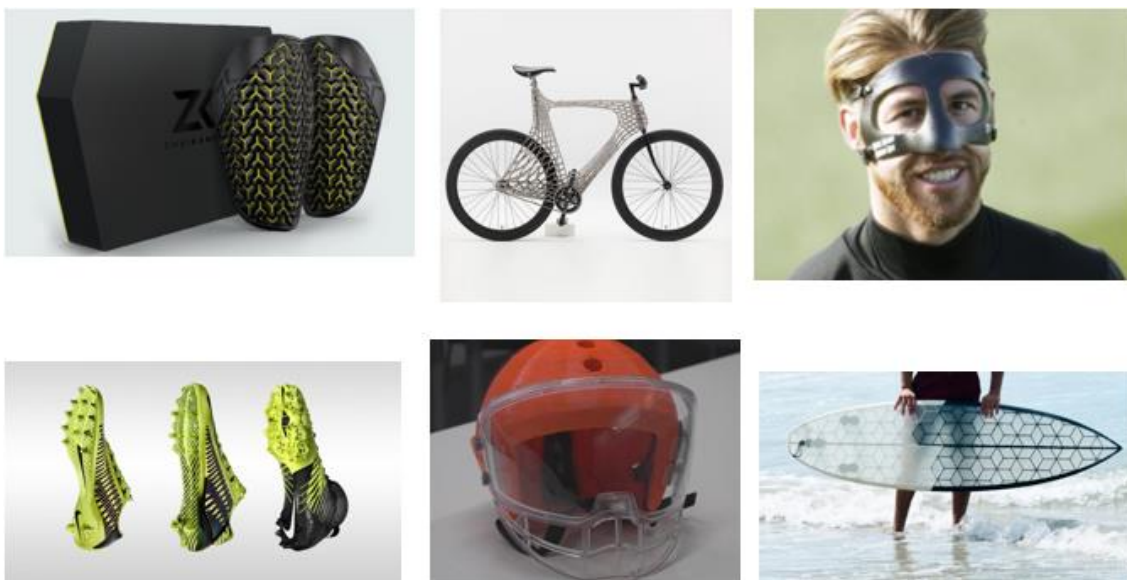
³ Font: <https://www.carbon3d.com/>

⁴ El primer revestiment de casc d'hoquei gel imprès en 3D del món, ara certificats per NHL (Font: <https://www.3dnatives.com/en/3d-printed-hockey-helmet-180920205/#>)

trineu per a l'hoquei gel paralímpic (Oh et al., 2020), fins a guants per als jugadors/es de *hurling* (Harte & Paterson, 2018).

Així doncs, tot i que la fabricació additiva és més econòmica quan s'ha de produir una sola o poques peces com es dona en la fase del prototipatge, ja hi ha companyies que estan intentant utilitzar aquesta tecnologia per produir en massa. El grau de flexibilitat i personalització del producte és tan elevat que permet obtenir un avantatge competitiu en aquest sentit. No obstant, la baixa gamma de material utilitzable i la lenta velocitat de fabricació limiten la seva adopció també en aquest sector.

Figura 1: Exemples de material esportiu imprès en 3D



Font: Recopilació d'imatges extretes de <https://3dprint.com/130326/3d-printed-shin-guards/>, <https://news.nike.com/news/nike-football-accelerates-innovation-with-3d-printed-concept-cleat-for-shuttle>, <https://3dprint.com/118086/dutch-students-3d-printed-bike/>, <https://www.3dnatives.com/en/top-10-3d-printing-sport-131120174/>, <https://beteve.cat/esports/nou-casc-hoquei-patins-2020/> i <https://www.3dnatives.com/en/hexa-surfboard-3d-printed-eco-surfboards-150120204/#>

○ Hoquei patins

En el món de l'hoquei patins, per exemple, ja hi ha empreses que s'han adonat de la demanda de material esportiu personalitzat. No obstant, no utilitzen la impressió 3D per a satisfer aquest fi.

A Portugal hi ha l'empresa Compozito⁵ que es dedica a produir espinilleres personalitzades i altres materials de protecció per a jugadors de futbol i hoquei patins, entre d'altres. El que fa és desplaçar-se fins al jugador, fer un motlle de la seva cama i

⁵ Font: <https://compozito.pt/>

posteriorment utilitzar mètodes convencionals per acabar fabricant una espinillera de fibra de carboni única. A França, l'empresa Tibeolution⁶, a través de l'escaneig en 3D de la cama dels jugadors, també utilitza mètodes tradicionals per acabar produint espinilleres personalitzades.

Per una altra banda però, la Federació Catalana de Patinatge⁷ (FCP) ha creat un model de casc pels jugadors de pista de manera que per a produir el prototip del qual s'ha utilitzat la impressió 3D (veure Fig. 1).

2.3. Materials utilitzats en la fabricació additiva

Com ja s'ha mencionat anteriorment, hi ha diverses tècniques d'impressió 3D de manera que la compatibilitat del material dependrà de la tècnica que s'esculli. A continuació s'exposen els materials més importants utilitzats (Lee et al., 2017; Martínez de Carvajal Hedrich, 2019; Paulo Lago Job, 2020; Shahrubudin et al., 2019):

2.3.1. Metalls

Tant la indústria aeroespacial, la manufacturera, la mèdica o l'automobilística estan utilitzant aquests tipus de materials. Alguns exemples d'aquests materials són; aliatges d'alumini, de cobalt, de níquel, de magnesi o d'or. També es treballa amb acers.

2.3.2. Polímers

Els materials més habituals són l'àcid polilàctic (PLA) i l'acrilonitril butadiè estirè (ABS), però n'hi ha molts més; polipropilè, polietilè, niló, policarbonat, etc.

2.3.3. Ceràmics

La indústria aeroespacial i la mèdica també fan un gran ús d'aquests materials, però per una altra banda la indústria química i electrònica també se n'aprofiten. Alguns exemples són l'alúmina, vidres bioactius i el zirconi.

2.3.4. Compostos

Els materials compostos aporten certs avantatges en aplicacions molt concretes, però la seva utilització també és una mica més complicada. Alguns exemples serien els compostos de polímers reforçats amb fibra de carboni o fibres de vidre.

⁶ Font: <http://tibeolution.com/a-propos/#true1>

⁷ La Federació Catalana de Patinatge juntament amb empreses tecnològiques, entre elles Eurecat ha desenvolupat un nou model de casc pels jugadors (Font: <http://www.fcpatinatge.cat/ca>)

L'any 2012 els polímers, els ceràmics i els metalls eren els materials més utilitzats (Nikitakos et al., 2020).

2.4. Impacte de la impressió 3D en la logística

Un cop vistos els camps d'aplicació es pot veure com les impressores 3D ofereixen una sèrie de prestacions que són profitoses per varies i diverses disciplines. Cada vegada s'està tornant una tendència més popular en tot el món (Wieczorek, 2017). No obstant, l'estat actual de la tecnologia també presenta certes limitacions que impedeixen la seva adopció generalitzada.

Alguns dels avantatges o oportunitats que presenten aquestes màquines al mercat són; llibertat de disseny i construcció, requereix menys muntatge, menys peces de recanvi en estoc, menys complexitat en el negoci ja que hi ha menys peces a tenir en compte, accessibilitat, el producte arriba més ràpid al mercat, més facilitat en implementar canvis al producte, menors costos d'instal·lació, baixos costos de producció per petits volums i peces complexes, alt grau de personalització, reducció del desaprofitament de material, flexibilitat de fabricació ja que els productes es poden produir en qualsevol ordre, facilita la descentralització de la producció, es crea un mercat virtual d'arxius digitals amb infinitat de dissenys de productes que agilitza l'intercanvi i fabricació d'aquests, augment de la demanda de professionals qualificats, etc. (Birtchnell, 2020; Daniela Cubillos Cuéllar, 2019; Martínez de Carvajal Hedrich, 2019; Nikitakos et al., 2020; Wieczorek, 2017).

Altrament, també presenta certs inconvenients. La velocitat a la que es produeix l'article és baixa, no és capaç de produir en massa com ho fan els mètodes de fabricació tradicionals ja que els costos per unitat acostumen a ser més elevats, tot i que hi ha un gran ventall de materials no es pot treballar amb tots, presenta restriccions en les mesures del producte que es vol imprimir, es necessita mà d'obra qualificada, elimina mà d'obra manufacturera (feines de baixa qualificació). Per una altra banda, terroristes i criminals poden utilitzar aquesta tecnologia en benefici propi i crear productes perillosos, es poden imprimir productes inútils, apareixen riscos per la salut degut tant a les micro-partícules generades per la fundació del filament com per la impressió d'objectes que no compleixen amb la normativa, apareix la pirateria dels dissenys digitals i la vulneració dels drets d'autor (Birtchnell, 2020; Daniela Cubillos Cuéllar, 2019; Martínez de Carvajal Hedrich, 2019; Nikitakos et al., 2020; Shahrubudin et al., 2019; Wieczorek, 2017).

Contemplant aquests factors, la impressió tridimensional ja ha impactat en la manera d'organitzar-se de les empreses. Entre altres, en la logística d'aquestes. Per entendre el rol que pren la impressió 3D en la logística cal repassar quins impactes ha tingut en aquest sector fins al moment. Són varis els autors que han estudiat l'impacte d'aquesta en la logística. A continuació es presenten els antecedents sobre estudis centrats en l'impacte de la impressió 3D en la logística.

Com bé s'ha demostrat, la fabricació additiva s'ha utilitzat per a cobrir la ruptura de les cadenes de subministrament mèdiques durant la pandèmia del COVID-19 (Attaran, 2020). Usuaris de tota mena (universitats, usuaris particulars, empreses d'impressió 3D, etc.) han posat a disposició de la societat les seves impressores per a produir articles mèdics que les cadenes de subministrament no han sigut capaces de subministrar. En comptes d'esperar als hospitals l'arribada de productes mèdics fabricats a l'altra punta del món, mitjançant dissenys públics i gratuïts, aquesta tecnologia ha permès que els components s'hagin pogut produir sota demanda i a prop. Protectoros facials, adaptadors, hisops nasals, vàlvules o ventiladors són alguns exemples dels productes produïts.

Així com el model tradicional de les cadenes de subministrament es basa en la producció en massa, la necessitat de treballadors per l'assemblatge i la distribució a través de xarxes de magatzems implicant llargs terminis ("*lead times*⁸"), alts costos i una gran empremta de carboni, la impressió 3D permet canviar-ho. No pot competir en la producció en massa, però sí que ho pot fer en baix volum ja que pot confeccionar articles personalitzats, de major complexitat i en un menor temps permetent la personalització massiva. A part, el client passa a tenir un rol actiu co-creant el producte (Daniela Cubillos Cuéllar, 2019).

La companyia BMW ja ha utilitzat aquesta tecnologia per a produir parts dels seus vehicles i afirma que els ha permès reduir els temps de producció i obtenir més beneficis (Wieczorek, 2017). També, General Electric, una altra companyia, va aconseguir reduir el nombre de proveïdors que els proporcionaven subministraments amb la implementació de la impressió 3D. A més, l'ús d'aquesta en llocs remots com poden ser

⁸ Lead time: fa referència al temps que passa entre el disseny d'un producte i la seva producció o entre el temps que passa entre que s'efectua una comanda i es reb el producte (Font: <https://dictionary.cambridge.org/>)

les torres de perforació petrolera de Shell Global permeten la fabricació dels articles necessaris quan es necessiten.

La manufactura es pot donar gairebé a tot arreu al mateix cost de manera que no cal transportar els productes per tot el món fins a fer-los arribar al client. Així, el volum global de càrrega transportada disminueix degut al canvi en el flux dels productes (Attaran, 2020).

A part de la descentralització, passa a haver-hi un únic producte en trànsit en la cadena de subministrament; la matèria prima. Aquesta, al ser versàtil ja que es podrà utilitzar per fer varis productes, serà la que formarà la major part de l'inventari. La fabricació de productes segons la demanda prevista serà substituïda per la fabricació segons la demanda en temps real ja que la AM també permet adaptar-se sobre la marxa augmentant així la flexibilitat i velocitat de resposta. Principalment quan els lots siguin petits i la demanda sigui incerta. A més, al haver-hi menys productes en procés i menys productes acabats en transport i en estoc, hi haurà menys obsolescència (Daniela Cubillos Cuéllar, 2019).

De la mateixa manera que sorgiria un nou sector en la logística que s'encarregaria de gestionar el flux i emmagatzematge de les matèries primes que utilitzen les impressores, en alguns sectors els minoristes també podrien deixar d'existir (Daniela Cubillos Cuéllar, 2019). Gestionar un estoc de matèries primes és més senzill que gestionar-ne un de productes variats que a l'hora tenen una demanda més incerta. Permet una millor planificació i optimització de costos degut a que es poden aprofitar descomptes oferts pels proveïdors o degut a la facilitat a l'hora de calcular la mida òptima del lot.

Amb tot això, si els components que formen un producte s'acaben consolidant en un únic producte gràcies a l'AM, a part de la reducció dels costos de coordinació, també es fomentaria la reducció de la complexitat de l'inventari, reduint a la vegada el nombre de proveïdors de la empresa (Attaran, 2020). Jakšič i Trkman (2018) amb el seu estudi on analitzen la substitució o complementació del procés d'aprovisionament de peces de recanvi d'un proveïdor amb l'AM, exposen com la impressió 3D pot servir com a tecnologia de recolzament o com una opció de subministrament alternativa pel que fa a la gestió de l'inventari ja que aporta una major capacitat de resposta.

Wieczorek (2017) també coincideix en que un dels factors més importants pel que fa a la impressió 3D i la logística és la seva possible capacitat de disrupció del funcionament

de les cadenes de subministrament globals. Entre varies aportacions, explica que les impressores tridimensionals es poden utilitzar com a font de recanvis per a les altres màquines utilitzades per la producció i altres dispositius. També esmenta que la reducció dels temps de lliurament del producte i els temps de transport del mateix juntament amb l'abaratiment d'aquests fan que el producte arribi al client de forma més ràpida.

Un dels usos principals de la tecnologia d'impressió 3D actualment té lloc en l'àmbit de les peces de recanvi (Wieczorek, 2017). No sempre s'utilitzen totes les peces de recanvi emmagatzemades en un magatzem la qual cosa comporta un desbordament d'aquests i un augment dels costos de manteniment provocant a l'hora ineficiències en la cadena de subministrament. L'AM permet imprimir la peça requerida en el moment oportú a través d'impressores en possessió de la pròpia empresa o externes. El que s'emmagatzema són els fitxers digitals.

També es pot utilitzar aquesta tecnologia en els serveis d'ajornament (coneguts amb el terme anglès "*postponement*"). Els productes semi-acabats s'emmagatzemen en centres de distribució locals i a través de les personalitzacions finals dels clients, amb la impressió 3D es produeix el producte acabat.

Birtchnell (2020) en el seu article comenta l'impacte que la impressió 3D podria tenir en la última milla. És a dir, en els costos de transport des del magatzem fins al consumidor final o la botiga. Per tal de reduir la congestió del sistema actual, amb l'augment de la compra online dels consumidors, aquesta tecnologia presenta certes oportunitats als proveïdors d'aquests productes. Si es generalitzés el procés en el que consumidor clica el botó de "comprar" online i després clica per imprimir l'objecte a prop del lloc on viu, el sistema de producció, distribució i consum actual es veuria forçat a canviar.

Les ciutats compten amb professionals amb coneixements tècnics i amb fluxos de materials. Això afavoreix l'ús de la impressió 3D. En el mateix article també s'analitza el rol que pot adoptar aquesta tecnologia respecte als mètodes de fabricació tradicionals. Bé els podria complementar o fins i tot els podria substituir.

Respecte a aquesta relació, Christos Braziotis, Helen Rogers i Ajeseun Jimo plantegen les configuracions actuals que s'utilitzen a l'hora d'implementar la impressió 3D en les cadenes de subministrament actuals (Braziotis et al., 2019). Classifiquen en quatre categories les estratègies de desplegament d'aquesta tecnologia. La primera és l'estratègia combinada i centralitzada on l'AM es combina amb els mètodes de fabricació

actuals i les instal·lacions on es troba l'equipament estan centralitzades. La segona és la combinada i distribuïda on, tot i combinar-se els dos mètodes, els llocs de producció estan descentralitzats. En la tercera les instal·lacions estan centralitzades, però la impressió 3D no es combina amb els processos tradicionals. I per últim, en la quarta estratègia la fabricació additiva funciona de forma autònoma i descentralitzada.

Cada estratègia té els seus avantatges i desavantatges. Però s'acaba concluint que calen més desenvolupaments tecnològics i una reducció de costos perquè la impressió 3D sigui una opció viable en la majoria dels entorns de fabricació en un futur. S'esmenta la necessitat d'analitzar estudis de casos utilitzant el marc que proposa.

Aprofitant les prestacions d'aquesta tecnologia, Rogers (2021) porta l'adopció de l'AM més enllà. Amb aquest article s'estudia la viabilitat de la incorporació de la impressió 3D en la possible futura expedició espacial per colonitzar Mart. Comenta com la flexibilitat d'impressió, en aquest cas, de productes no peribles, podria beneficiar el projecte. Es comparen els costos econòmics i les diferències en els temps d'entrega entre l'opció d'enviar subministraments contínuament des de la Terra sense comptar amb una impressora 3D i l'opció d'incorporar aquesta tecnologia i tenir una impressora 3D a Mart. Conclou que des del punt de vista logístic i econòmic, la utilització de la impressora 3D aporta més flexibilitat i menors costos. No obstant, també comenta la necessitat d'investigar amb més profunditat el tema degut a la inaccessibilitat a certa informació i l'evolució constant de la pròpia tecnologia.

Pel que fa a llocs remots, en un altre estudi es presenta el desenvolupament d'un nou model d'impressora 3D dissenyat específicament per a fabricar de forma ràpida i fiable en llocs de crisi humanitàries (Savonen et al., 2018). Es mostra com l'AM pot ser una solució potencial a alguns dels problemes principals de la logística humanitària. Varies prototips ja es van desplegar i provar en certes àrees demostrant que poden funcionar sense la necessitat d'una infraestructura, que són transportables, fàcils d'utilitzar i capaços de suportar entorns adversos. A més, també són capaços d'imprimir molts dels seus propis components. No obstant, per contrapartida, també apareix la necessitat d'aprovisionar-se de matèria prima per a la impressió o de personal qualificat per a operar l'equip, entre d'altres.

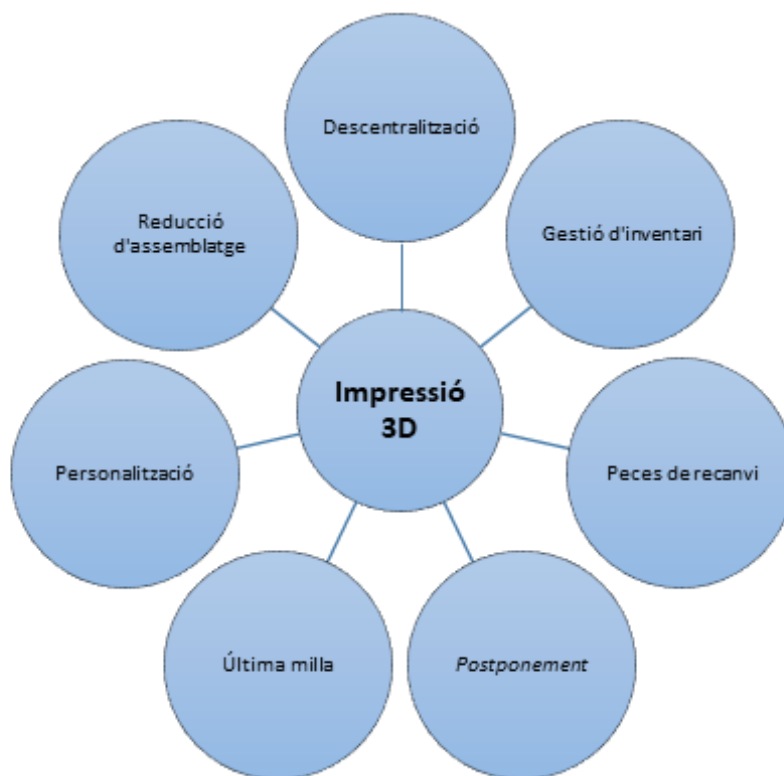
El principal objectiu de la logística humanitària és la eficiència destinada a reduir els costos socials (Hein Christian et al., 2020; Kovács G & Falagara Sigala I, 2020). Tot i així, com que cada escenari és canviant, les característiques de la cadena de

subministrament també ho són. A banda de la incertesa de la demanda i els grans costos que comporta fer arribar els productes on calen i quan calen, s'ha de tenir en compte que, entre altres, és comú trobar-se amb accessos a la zona afectada bloquejats, escasses possibilitats d'emmagatzematge i transport o manca de recursos. Així doncs, amb la tecnologia mostrada en el paràgraf anterior (Savonen et al., 2018), els materials necessaris a ser transportats canviarien i passarien a ser la matèria prima per a imprimir que, generalment, és més fàcil de gestionar, recanvis de les pròpies impressores, etc.. El nivell de personalització del producte és més elevat, cosa que permet fabricar els articles exigits conforme les necessitats de cada situació.

Són bastants els impactes que la impressió 3D ja té en la logística. Ara bé, també és cert que encara presenta certs inconvenients que condicionen la seva adopció. Entre ells es troba la seva incapacitat de produir en massa de la mateixa manera que ho fan els mètodes de fabricació convencionals essent els costos el principal motiu.

En la Fig. 2 es pot veure un resum dels principals usos que s'està fent de la impressió 3D en la logística.

Figura 2: Usos principals de la impressió 3D en la logística



Font: Elaboració pròpia en base als articles científics referenciats

2.5. Conclusions marc teòric

A mesura que avancen els anys, la societat creix i canvia per progressar i adaptar-se a les noves tecnologies i maneres de fer amb la finalitat de construir una vida millor. La impressió 3D és una tecnologia amb suficient capacitat i potencial per a formar part en aquesta transició industrial.

Després d'analitzar la literatura trobada sobre la fabricació additiva es pot veure com actualment es pot imprimir pràcticament qualsevol cosa. Així mateix, acord amb la seva relació amb la logística, s'observa com aquesta tecnologia va més enllà del prototipatge i pren un paper de protagonista en la quarta revolució industrial, però controvertit alhora.

Amb els seus punts forts, s'ha convertit en una tecnologia amb un gran potencial per a canviar els procediments de fabricació de les empreses. De fet, any rere any són més les empreses que aposten per aquesta tècnica.

No obstant, encara presenta certes restriccions i limitacions si es compara amb els mètodes de producció convencionals. Entre altres, la incapacitat de produir en massa. Això fa que l'adopció generalitzada de la fabricació additiva estigui encara en procés i requereixi de més avenços per a fer-se realitat.

Entre altres, es pot concloure que una de les característiques destacades de les impressores 3D és la seva polivalència. Tant es pot fabricar un protector facial per a combatre la COVID-19 com un component que serà incorporat a l'estructura d'un satèl·lit o un coet. Això fa que es pugui utilitzar en tots els àmbits.

D'aquesta manera, tot i que no en la mateixa proporció que altres sectors com l'aeroespacial o l'automotriu, també ha tingut presència en el món de l'esport. Una indústria en la que, quan més professional és el nivell de competició, més reduït és el grup d'esportistes que en formen part, ja que és exclusiu dels més talentosos, i més elevat és el grau de personalització dels productes que requereixen. Així doncs, aquí també es reuneixen les condicions ideals per a poder produir sèries curtes d'articles amb un alt grau de personalització, lo qual representa una virtut pròpia de la impressió 3D. Tot i així, pel que fa a l'hoquei patins, l'ús que se n'ha fet d'aquesta tecnologia és escàs.

Per una altra banda, els impactes que ja ha tingut en la societat són destacables. Aquesta tecnologia cada vegada més econòmica i senzilla d'utilitzar ha demostrat ser de gran utilitat en diversos àmbits. Pel que fa a la logística, tota la literatura investigada evidència les millores significatives que pot aportar; des de reduccions dels *lead times*

amb un grau de personalització del producte més elevat fins a la optimització de processos i reduccions de costos.

La logística pateix canvis si s'utilitza aquesta tecnologia. Sense anar més enllà, la pandèmia de la COVID-19 ha evidenciat com gràcies a l'ús d'aquesta tecnologia s'ha pogut solucionar part dels problemes logístics originats.

Tot i les afirmacions de varies prediccions, el futur creixement d'aquesta tecnologia és incert. Però el que sí que és cert és que no només les empreses sinó que tant entitats governamentals, com institucions educatives o particulars han mostrat tenir un gran interès en ella. En part, depèn del coneixement actual i l'aprenentatge de les noves generacions el fet que es produeixin nous avenços al respecte amb els que poder seguir fent evolucionar aquesta ciència.

Amb tot això comentat es pot concloure que la teoria existent i el coneixement i les investigacions que hi ha sobre el tema en qüestió són molt extensos. Això fa possible que es pugui desenvolupar un bon estudi tant de les tendències actuals de la tecnologia d'impressió 3D com de l'aplicació d'aquesta tècnica en la fabricació de productes que actualment es segueixen produint amb els mètodes de fabricació convencionals així com els impactes que això pugui desencadenar.

Es pot concloure que cada vegada s'està fent més ús d'aquesta tecnologia i això fa augmentar la demanda d'estudis al respecte per a poder disposar del coneixement necessari a l'hora de plantejar-se i valorar la seva implementació.

També es pot concloure que quants més estudis es realitzin, més podrà avançar la impressió 3D i, per tant, més se'n podrà beneficiar la societat.

D'aquesta manera, amb el coneixement teòric que s'ha recopilat es procedirà a analitzar l'estat actual de la indústria de la impressió 3D i l'impacte que ja està tenint en els processos productius de les empreses així com les tendències de futur focalitzant-se en Catalunya. A més, per a complementar l'estudi, s'analitzarà la seva implementació en dues empreses productores de material esportiu (d'hoquei patins) per a veure, amb un exemple real, l'impacte que pot ocasionar pel que fa a la logística.

A l'Annex A es pot veure un llistat amb tota la literatura que s'ha consultat per a desenvolupar el marc teòric.

3. Objectius de recerca

Un cop especificat l'abast d'aquest treball, amb el qual es busca estudiar l'impacte que té la impressió 3D en la logística, a continuació es presenten els objectius de recerca que al final ajudaran a aconseguir el propòsit inicial:

- Analitzar l'impacte de l'ecosistema de la impressió 3D de Catalunya en els processos productius de les empreses i les perspectives de futur.
- L'estat actual de la tecnologia d'impressió 3D a Catalunya permet variar la cadena de subministrament de les plantilles dels patins dels jugadors professionals d'hoquei patins dels clubs catalans de la Parlem Ok Lliga?

Per aconseguir aquests objectius, el treball està estructurat de manera que amb el marc teòric es mostra una visió general de la literatura existent per a tenir així una idea general del tema i ser capaç d'entendre el seu impacte. Per a donar resposta al segon objectiu es planteja un cas d'estudi amb el que s'analitza l'esquema actual de les cadenes de subministrament dels fabricants de les plantilles d'hoquei patins. Específicament es focalitza en les plantilles que fan servir els professionals en actiu que es troben en els clubs catalans pertanyents a la millor lliga estatal.

Amb això, juntament amb la part pràctica del treball, es veurà quin és l'estat actual de la impressió 3D a Catalunya i es desvelarà d'una forma clara l'impacte que té aquesta tecnologia en els processos productius actuals de les empreses. A més, també es descobrirà si seria viable imprimir el producte escollit al cas d'estudi o no. Es podrà veure així, entre altres, si a l'hora podria fer disminuir, encara que fos en poca mesura, la barrera econòmica d'entrada a aquest esport i l'opinió dels propis fabricants implicats.

Al satisfer aquests propòsits marcats el que es pretén és actualitzar l'estat i la tendència d'aquesta tècnica inicialment tan prometedora. A continuació es presenta la metodologia utilitzada en aquest projecte per a obtenir i analitzar les dades que es necessitaran per donar resposta.

4. Metodologia

En aquest apartat s'explica la metodologia que es segueix per a donar resposta als objectius plantejats.

Per començar, primer de tot s'ha fet un estudi de la literatura disponible sobre aquest tema. S'ha aconseguit descobrir de quina manera està impactant aquesta tecnologia en la indústria actual a l'hora que també s'ha pogut identificar el potencial d'aquesta. Amb aquesta visió general, llavors, és possible confeccionar un estudi de camp amb el que poder recopilar informació actualitzada dels professionals treballant a primera línia així com entendre els resultats per tal de veure l'estat actual de la indústria de la impressió 3D catalana. A més, es presenta l'estructura del mercat d'impressió 3D a Catalunya.

Amb el fi d'obtenir dades reals de les empreses pertanyents a l'ecosistema d'impressió 3D de Catalunya es realitza un anàlisi empíric a través d'una enquesta.

- **Metodologia específica per l'anàlisi de casos d'estudi**

En segon lloc s'ha proposat un cas real amb el que s'intentarà veure les capacitats d'aquesta tecnologia i investigar si aquesta podria tenir una oportunitat en el sector esportiu seleccionat. Per a investigar-lo se segueix la metodologia específica d'anàlisi de casos d'estudi (Stott & Ramil, 2014).

A continuació es pot veure el procés que, segons Stott i Ramil (2014) es divideix en cinc passos: primer es plantegen les raons per les que es duu a terme el cas d'estudi, en segon lloc es realitza una revisió prèvia de tota la literatura essencial per familiaritzar-se amb l'estudi i poder concretar les qüestions a abordar amb treball de camp (apartat 5.3), després es realitza el treball de camp per recopilar la informació, en quart lloc s'analitzen les dades obtingudes (apartat 5.4) i per últim es redacten les conclusions.

Amb aquest cas d'estudi es veu l'impacte que pot tenir la impressió 3D en la cadena de subministrament de les plantilles dels jugadors professionals d'hoquei patins de Catalunya. Té un caràcter exploratori. Es considera que aquesta és una manera de poder complementar l'estudi base d'aquest projecte a l'hora que s'investiga un esport poc conegut arreu del món.

Degut a la restricció d'extensió del treball junt amb la intenció de relacionar l'àmbit de les peces de recanvi i la seva logística amb l'AM, la realització d'aquest únic cas d'estudi en concret és suficient per aportar la informació complementaria de més que es desitja

per ajudar a entendre el tema principal del treball. A més a més, la informació que s'obté és suficient per a donar resposta al segon objectiu plantejat el qual es focalitza en analitzar el material de l'equipament més car dels jugadors d'hoquei patins i fomenta l'aprenentatge de noves pràctiques. Així mateix, la casuística d'aquest cas és extrapolable a la gran majoria d'entitats que treballen no només en aquest, sinó en els esports en general ja que és un cas d'estudi polifacètic.

La revisió de la documentació existent sobre el tema es presenta més endavant, però pel que fa a l'obtenció de dades per a donar resposta al cas plantejat es crea una altra enquesta que s'envia als fabricants actuals del material d'hoquei esmentats en el cas d'estudi.

En canvi, la comentada al principi d'aquest quart apartat s'envia al màxim nombre d'integrants possible de l'entramat d'empreses que conformen la indústria de la impressió 3D a Catalunya, entre les quals es troben les productores de peces 3D, i compta amb una secció dedicada exclusivament a l'obtenció de respostes per complementar l'anàlisi del cas d'estudi.

4.1. Disseny de l'enquesta

4.1.1. Disseny del qüestionari

○ Enquesta 1

Per crear les enquestes s'ha utilitzat "Google Forms"⁹. Per una banda s'ha elaborat una primera enquesta que s'ha enviat tant a empreses productores de peces 3D de Catalunya, com a les altres empreses integrants del sector d'impressió 3D de la mateixa comunitat autònoma. A diferència del posterior, aquest qüestionari té una doble finalitat. De les 23 preguntes que té en total, 15 formen la primera secció amb la que es pretén obtenir informació sobre l'estat actual del sector així com obtenir dades per a donar resposta al primer objectiu plantejat. Les preguntes estan formulades en funció dels impactes, que s'han detectat en la literatura, que té la impressió 3D en la logística. S'han presentat els principals problemes i desavantatges i també els punts forts d'aquesta tecnologia identificats després d'haver fet la recerca d'informació amb la intenció d'estudiar la tendència que es presenta en el territori català.

⁹ Google Forms és una eina que permet recollir i organitzar informació de tot tipus de forma gratuïta (Font: <https://www.google.com/intl/ca/forms/about/>)

La segona secció està formada per 8 preguntes que s'han orientat amb la finalitat d'aconseguir descobrir si l'estat actual de les impressores 3D a Catalunya permetria la impressió de les plantilles dels patins pels 110 jugadors professionals d'hoquei patins que es troben a Catalunya (en posteriors apartats s'explica com s'ha arribat a obtenir aquesta dada). Amb aquesta informació de primera mà seria possible veure si de veritat podria arribar-se a fer, així com la viabilitat econòmica i els inconvenients o beneficis que podrien aparèixer. Aquesta segona part està pensada per a que tan sols la contestin les empreses productores de peces 3D ja que, al cap i a la fi, són les que presten el servei d'impressió 3D pur als usuaris. Per aquest motiu, en la mateixa enquesta, al final de la primera part hi ha un comentari que guia als enquestats que no compleixen el perfil requerit directament a la finalització del qüestionari. També es pot veure l'entrevista completa a l'Annex C.

○ Enquesta 2

Per una altra banda s'ha creat l'enquesta que s'ha enviat als dos fabricants italians de plantilles de patins d'hoquei patins que s'analitzen en el cas d'estudi. Aquesta té 10 preguntes on la última és una pregunta oberta per a que els enquestats puguin aportar la informació addicional que vulguin. Les preguntes s'han fet per tal de donar resposta al segon punt dels objectius de recerca. S'ha preguntat sobre el coneixement, intencions i opinió que tenen els fabricants sobre la tecnologia d'impressió 3D. Amb aquesta informació es pretén veure si les companyies considerarien l'adopció de l'AM en els seus processos industrials variant així les seves cadenes de subministrament. L'enquesta completa es pot veure a l'Annex C.

Cal comentar que al tractar-se d'empreses italianes, l'enquesta s'ha traduït a l'italià. Això ha sigut possible gràcies a l'ajuda de la companyia d'estudis italiana Erica Foco.

En ambdues enquestes s'habiliten preguntes obertes just després de certes preguntes de selecció múltiple per a que els participants facin aclariments sobre les seves respostes.

En el cas del primer qüestionari comentat, tenint en compte la complexitat que pot sorgir a l'hora d'obtenir respostes dels enquestats, de la mateixa manera que Rubén Gutiérrez López (2022) fa en el seu treball final de màster quan es planteja enquestar a les companyies del sector marítim, es plantegen 3 escenaris per mesurar l'èxit d'aquest estudi. Es pren com a dada de referència el número 118 ja que és el nombre total

d'empreses integrants de l'ecosistema de la impressió 3D a Catalunya que la Generalitat va publicar a l'any 2019¹⁰.

- Escenari pessimista: Obtenir 4 o 5 respostes
- Escenari realista: Obtenir entre 6 i 15 respostes
- Escenari optimista: Obtenir més de 15 respostes

4.1.2. Definició del públic objectiu i selecció dels enquestats

Tots els enquestats de les diferents empreses que han participat tenen llocs de treball importants a les seves empreses i tenen experiència en el sector de la fabricació additiva. Tots ells van des de directors generals fins a enginyers. Això vol dir que la informació que s'ha recopilat és d'alta qualitat i dona consistència a l'estudi.

En primer lloc, s'ha decidit incloure a la mostra les empreses productores de peces 3D exposades en l'informe tecnològic publicat per la Generalitat de Catalunya l'any 2019 ja que aquestes són les que ens interessen principalment degut al propòsit de la segona secció del primer qüestionari. A més, al ser empreses presents a Catalunya, la proximitat facilita el contacte amb elles. Tanmateix, al estar presentades en aquest informe i saber els noms, resulta més fàcil arribar a elles.

A banda d'això, com que de bon començament ja es té contacte amb Incubator 3D, amb treballadors del departament de desenvolupament d'impressió 3D que HP té a Catalunya i amb Eurecat, les quals són organitzacions destacades en l'ecosistema d'impressió 3D de Catalunya que a l'hora ens han ajudat a contactar amb altres empreses del sector, també s'inclouen a la mostra els altres tipus de companyies relacionades amb aquest sector; fabricants d'impressores 3D, fabricants de materials, desenvolupadors de software, proveïdors de serveis d'acabats de peces 3D, empreses de consultoria, centres tecnològics i de recerca i *smart labs*¹¹. Aquestes també són coneixedores, usuàries i productores de serveis relacionats amb la indústria en qüestió.

Es fixa aquest ampli ventall d'empreses per a la mostra degut a la millora de la qualitat de la informació que es pot acabar obtenint al contemplar respostes amb empreses que es troben al mateix mercat, però des de diferents punts de vista.

¹⁰ Font: (Generalitat de Catalunya, 2019)

¹¹ Incubator 3D seria un exemple d'*smart lab*

En segon lloc, pel que fa a l'altre qüestionari, s'han escollit als dos fabricants italians de plantilles com a mostra de la segona enquesta degut al seu paper en el cas d'estudi proposat, addicionalment de la seva experiència, popularitat i fiabilitat justificada en l'apartat 5.3.2. d'aquest treball. A més a més, a part de que són les dues empreses analitzades en el cas d'estudi, són dos exemples clars en els que es pot veure una cadena de subministrament internacional, la qual cosa a la vegada facilita la visió del potencial impacte que aquesta tecnologia pot tenir en la logística.

Per tal de fer arribar les enquestes a les empreses objectiu, principalment s'ha utilitzat "LinkedIn" i el correu electrònic ja que aquestes estan pensades per ser contestades mitjançant algun dispositiu electrònic de forma virtual. Només en alguna ocasió s'ha fet alguna trucada telefònica per contactar amb la persona de confiança de l'empresa en qüestió.

- **Respostes de l'enquesta 1**

Així doncs, la primera enquesta s'ha enviat a un total de 74 empreses entre el 16 de maig i el 6 de juny del 2022 i s'han rebut un total de 22 respostes en total. Això representa una taxa de retorn del 29.7% (22/74) significant que l'enquesta ha sigut un èxit ja que es troba dins de l'escenari optimista inicialment marcat. Els resultats obtinguts s'analitzen a l'apartat 5.2.

- **Respostes de l'enquesta 2**

Pel que fa a la segona enquesta, aquesta es va enviar a les dues empreses objectiu i ambdues també han respòs satisfactòriament. Els resultats s'analitzen a l'apartat 5.4.

4.1.3. Anàlisi de dades

Al formular preguntes variades; dicotòmiques, d'opcions múltiples, amb escales de valors i de resposta oberta, el que es fa és analitzar les respostes individualment i després es relacionen i contrasten entre elles a través de les pròpies funcionalitats del "Google Forms". Segons el nombre d'observacions, mitjana, valors màxims i mínims i les variables més significatives en general, es creen gràfics per entendre millor les respostes tant quantitatives com qualitatives. Tècniques pròpies de l'estadística descriptiva que s'utilitzen per resumir i descriure el conjunt de visions obtingudes dels professionals. Al ser una investigació exploratòria, en cap de les enquestes s'arriba a obtenir una mostra representativa per a generalitzar els resultats obtinguts a totes les empreses. El marge d'error seria molt gran. Però els resultats obtinguts aporten informació real i actualitzada sobre el tema principal d'aquest treball.

5. Resultats

A continuació es presenta de forma desglossada i general la configuració de l'entramat d'empreses relacionades amb la indústria 3D de Catalunya juntament amb les respostes obtingudes amb l'enquesta 1.

Després s'introdueix l'estudi del cas pràctic on es presenta l'esport en qüestió, s'analitza l'estructura logística de les peces de recanvi dels patins dels jugadors d'hoquei patins de Catalunya i també es tracten les respectives respostes de la segona part de l'enquesta 1 i les de l'enquesta 2.

5.1. Visió general de l'ecosistema de la impressió 3D a Catalunya

En aquest punt s'analitza l'impacte d'aquesta indústria en la regió catalana. Segons l'informe tecnològic publicat per la Generalitat de Catalunya en el que es fa un repàs de la impressió 3D a Catalunya a l'any 2019 es pot veure com està estructurada la indústria de l'AM (Generalitat de Catalunya, 2019). Totes les empreses que en formen part són necessàries per al desenvolupament d'aquest sector ja que estan connectades.

Per una banda es veu com hi ha 8 *hubs*¹² principals de desenvolupament a Catalunya. Entre ells es troben Eurecat, el 3D Factory Incubator, HP (essent el seu centre mundial de desenvolupament d'impressió 3D), Renishaw, Ricoh, IAM 3D Hub, LEITAT Technological Center i CIM UPC.

Per un altre costat, es pot veure com a Amèrica del Nord s'imprimeixen el 49,4% de les peces 3D de tot el món. Els Estats Units a soles produeix el 40% de les peces mundials, mentre que a Europa el volum és del 41%. La regió de l'Àsia Pacífic tan sols compta amb un 9% de la producció mundial.

Si a Catalunya, a l'any 2019 hi havia 118 empreses relacionades amb el món de la impressió 3D a Catalunya, aproximadament 27 empreses es dedicaven a la producció de peces 3D, unes 11 a la fabricació impressores 3D i unes 10 desenvolupaven materials per a la impressió 3D. Les altres eren empreses de certificació, consultoria, prestadores de serveis d'acabat i poliment de peces impreses en 3D, desenvolupadores de software, entre d'altres. En total, fa 3 anys, aquest sector de la impressió 3D va facturar 325.000.000€.

¹² Un *hub* és la part central o principal d'alguna cosa on hi ha més activitat (Font: <https://dictionary.cambridge.org/>)

Alguns exemples d'empreses que han demandat els serveis proporcionats pels formants d'aquest ecosistema són Seat, Alstom, Tous, Vall d'Hebron, Sant Joan de Déu o Food Ink..

5.2. Anàlisi de l'impacte que té la indústria de la impressió 3D catalana en la logística

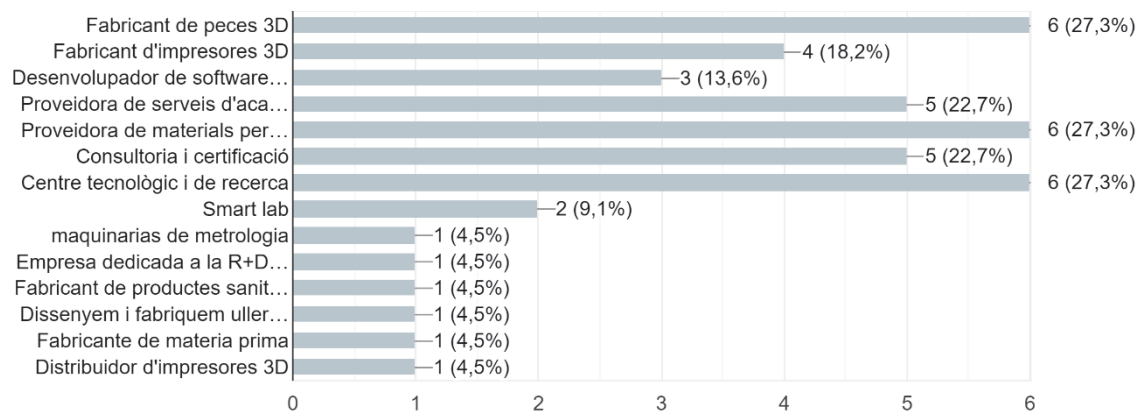
En aquest apartat s'analitzen les respostes obtingudes amb la primera secció de l'enquesta 1. Com bé s'ha comentat anteriorment, els resultats no es poden generalitzar, però s'aporta informació real i fresca sobre el tema principal d'aquest estudi.

○ Enquesta 1 (secció 1)

1. Tipus de companyia

Un total de 22 empreses han participat en l'enquesta i la majoria d'elles ofereixen més d'un únic servei. Per aquesta raó el gràfic mostra un nombre major a 22 si es fa el recompte. Al Graf.1 es pot veure com les empreses fabricants de peces 3D, proveïdores de materials per a la impressió 3D i centres tecnològics i de recerca són les que tenen més pes dins de la mostra.

Gràfic 1: Tipus de companyia



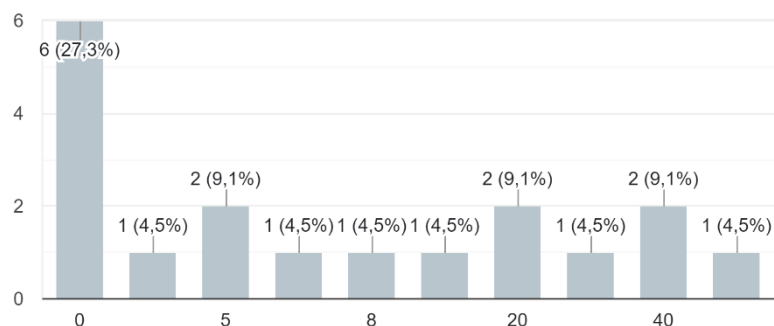
Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

2. Quantes impressores 3D utilitza la vostra empresa per produir?

El Graf. 2 mostra les impressores 3D que utilitzen les empreses enquestades per produir. S'han exclòs 4 respostes del gràfic degut a que no estaven en el format correcte. Les empreses estan ordenades desde les que no compten amb cap fins a les que compten amb el major nombre d'impresores 3D per produir. S'observa com el 50% de les empreses de la mostra tenen 8 o menys impressores operatives mentre que la resta

en tenen més. Hi ha un alt percentatge d'organitzacions amb 0 impressores 3D degut a que els serveis que presten no impliquen la utilització de cap d'aquestes màquines.

Gràfic 2: Nombre d'impressores 3D que utilitza l'empresa per produir



Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

3. D'aquestes indústries, quina o quines fan augmentar més la demanda dels vostres serveis (0 és la puntuació més baixa i 5 és la màxima)?

El Graf. 3 (veure Annex D) mostra les indústries que demanden més i les que demanden menys els serveis de les empreses enquestades. La resposta està expressada en forma de puntuació en una escala del 0 al 5; el color blau fort indica que la indústria en qüestió no demanda gens els serveis de les empreses de l'entorn de la fabricació additiva mentre que el color blau clar indica que la demanda que s'en fa és la més alta.

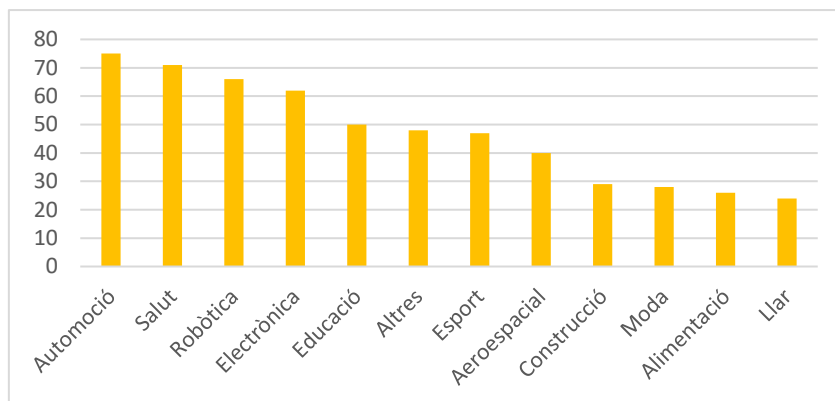
No es pot desglossar per saber quina indústria demanda més els diferents serveis de cada empresa en concret ja que la majoria d'empreses que han contestat l'enquesta es dediquen a oferir més d'un tipus de servei. No obstant, al Graf. 4, el qual s'ha creat gràcies a les dades obtingudes amb la pregunta 3 i mostra la puntuació total que ha rebut cada indústria, sí que es pot veure com les empreses han otorgat al sector de l'automoció i al de la salut puntuacions més altes.

Per una altra banda, el sector aeroespacial, el de la construcció, el de la moda, el de l'alimentació i el de la llar són els que menys consum fan dels serveis oferts per les empreses respectivament. Sorpren el fet que el sector aeroespacial no obtingui les mateixes puntuacions que l'automobilístic o el mèdic ja que la literatura els engloba com les tres indústries que més us en fan d'aquesta tecnologia.

Per últim, es pot veure com la robòtica i l'electrònica també demostren tenir puntuacions altes per lo que s'enten que també demanden notablement els serveis i productes oferts pels enquestats. L'educació i l'esport conformen el que seria la demanda mitjana ja que

no són les indústries capdavanteres sollicitants d'aquest tipus de serveis, però tampoc es queden enrere.

Gràfic 3: Puntuació total rebuda



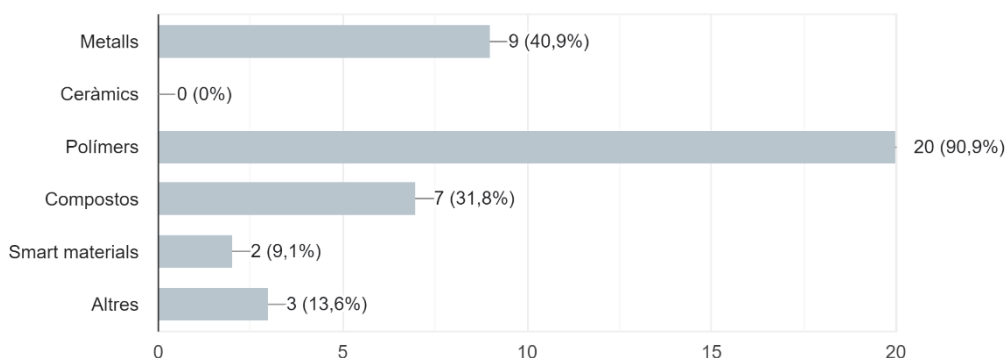
Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

4. Quins són els materials amb els que més es treballa?

El Graf. 4 mostra els materials més utilitzats per les empreses participants. S'observa com els polímers predominen clarament sobre els altres, però també es pot veure com el segon material més utilitzat és el metall seguit dels compostos. Hi ha un poc ús dels *smart materials* i es veu com hi ha empreses que utilitzen altres materials no esmentats. Però cal prestar atenció al fet de que, tot i que s'utilitzen en la salut i l'electrònica, cap empresa ha seleccionat els materials ceràmics com a opció.

Es pot observar una certa relació amb la pregunta anterior ja que les indústries més demandants de serveis relacionats amb la impressió 3D són l'automobilística i la mèdica o de la salut les quals, segons la literatura exposada, acostumen a fer ús de polímers i metalls.

Gràfic 4: Materials amb els que més es treballa

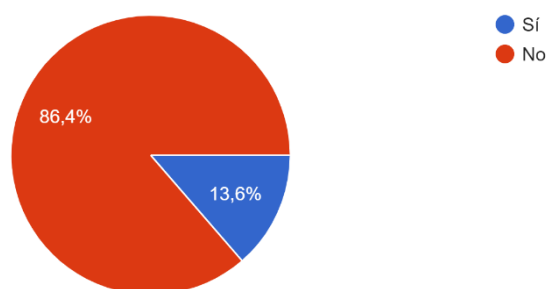


Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

5. Creieu que la indústria de la impressió 3D, en general, està cobrint tots els segments del mercat que actualment pot cobrir?

En aquesta pregunta, com bé exposa el Graf. 5, la major part dels enquestats (19/22) creuen que actualment hi ha segments de mercat que la impressió 3D podria cobrir, però que no estan essent coberts. Només 3 de les empreses participants creuen que aquesta tecnologia sí que està cobrint tots els segments del mercat. Això demostra la capacitat de creixement que encara pot tenir aquesta tecnologia.

Gràfic 5: Es creu que la indústria de la impressió 3D està cobrint tots els segments del mercat que actualment pot cobrir?



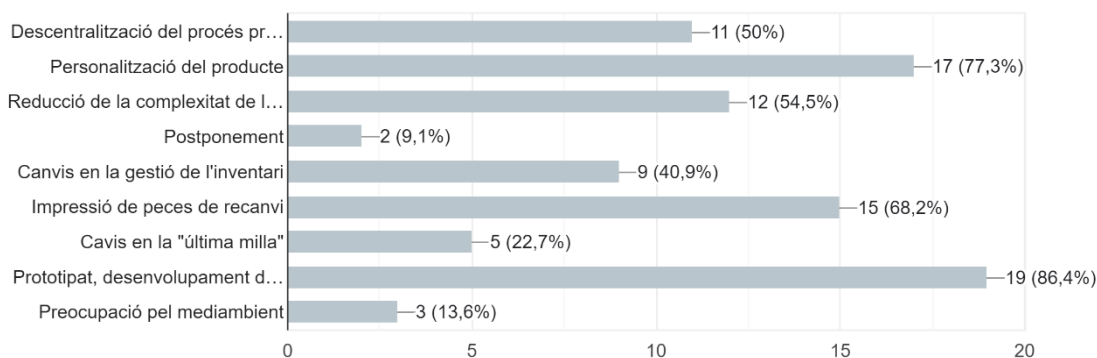
Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

6. Quins d'aquests factors creieu que són més importants per les empreses quan es plantegen la utilització d'impressores 3D en els seus models de negoci?

Segons les respostes obtingudes, de la mateixa manera que aquesta tecnologia porta experimentant des dels seus inicis, el prototipat, el desenvolupament de productes i la innovació segueixen essent els factors principals que les empreses tenen en compte a l'hora d'utilitzar l'AM (veure Graf. 6).

L'alta capacitat de personalització del producte i la impressió de peces de recanvi són els següents dos factors tinguts en compte. Es pot veure com la reducció de la complexitat de la cadena de subministrament junt amb la descentralització també tenen certa importància, però per una altra banda, la preocupació pel medi ambient i el postpoment són els dos factors que menys es tenen en compte.

Gràfic 6: Factors més importants per les empreses a l'hora de plantejar-se la utilització d'impressores 3D en els seus models de negoci

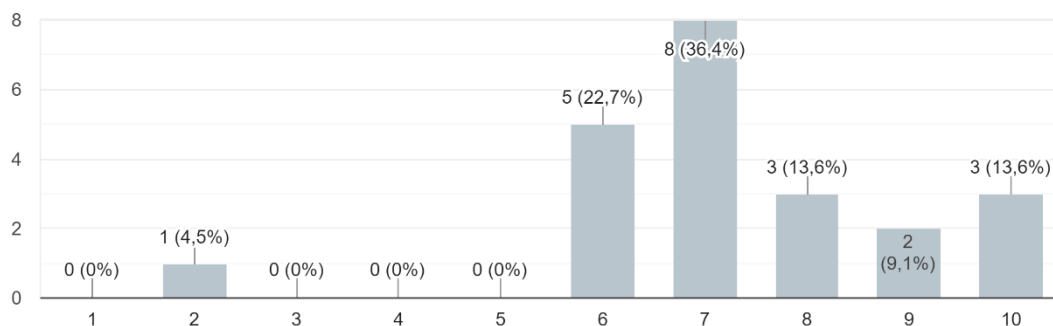


Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

7. Catalunya compta amb un bon ecosistema d'empreses relacionades amb la impressió 3D (1 significa estar totalment en desacord i 10 totalment d'acord?)

Al Graf. 7 es pot veure com, segons gairebé tots els professionals del sector que han respos l'enquesta, Catalunya sí que compta amb un bon entramat d'empreses relacionades amb la impressió 3D. En una escala de l'1 al 10 tots menys un han aportat valoracions positives. Tot i així, només 3 han estat totalment d'acord. Això manifesta la convicció de que Catalunya compta amb un bon entramat d'empreses relacionades amb aquest sector.

Gràfic 7: Valoració de l'ecosistema d'empreses relacionades amb la impressió 3D de Catalunya



Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

8. Quins d'aquests factors poden estimular més el creixement i la introducció de la impressió 3D en els processos productius de les empreses (més enllà del prototipatge)?

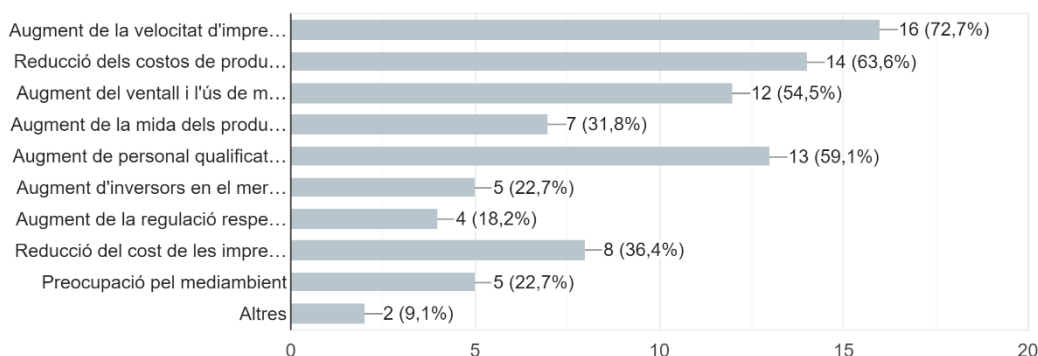
El Graf. 8 mostra com els tres factors més votats, que segons els professionals de la indústria poden estimular més el creixement i la introducció de l'AM en els processos

productius de les empreses, són l'augment de la velocitat d'impressió, la reducció dels costos de producció d'una unitat quan es vol produir en massa i l'augment de personal qualificat i amb coneixements per a treballar amb aquesta tecnologia. També es considera important augmentar el rang de materials disponibles per la impressió.

Això té sentit ja que es pot veure com aquests factors coincideixen amb el fet de millorar els principals desavantatges i restriccions que presenta actualment aquesta tecnologia que s'observen en la literatura.

Per una altra banda, l'augment de la regulació respecte la protecció de patents d'invenció, drets d'autor, etc., la preocupació pel medi ambient i l'augment d'inversors en el mercat són els factors que menys es creu que influeixen.

Gràfic 8: Valoració dels factors que poden estimular més el creixement i la introducció de la impressió 3D en els processos productius de les empreses

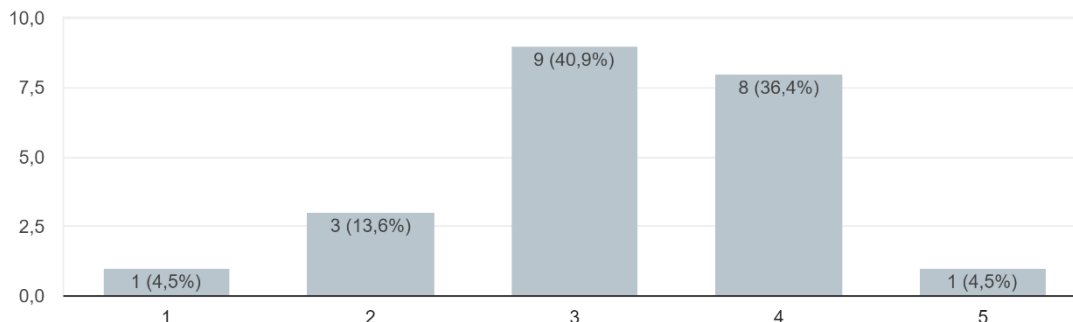


Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

9. S'està fent suficient per fomentar més l'ús de la impressió 3D (1 significa estar gens d'acord i 5 molt d'acord)?

Amb aquesta pregunta es pot veure com un 40.9% dels enquestats creuen que actualment s'estan prenent mesures per fomentar-ne més l'ús, però que a l'hora encara es podria fer més ja que en una escala de l'1 al 5 han votat un terme entremig. En canvi, un altre 40.9% tendeix a estar més d'acord. Només una persona considera que el que s'està fent és suficient per fomentar més l'ús d'aquesta tecnologia (veure Graf. 9). Es ratifica així com encara es pot exprimir més el potencial d'aquesta tècnica.

Gràfic 9: S'està fent suficient per fomentar més l'ús de la impressió 3D?

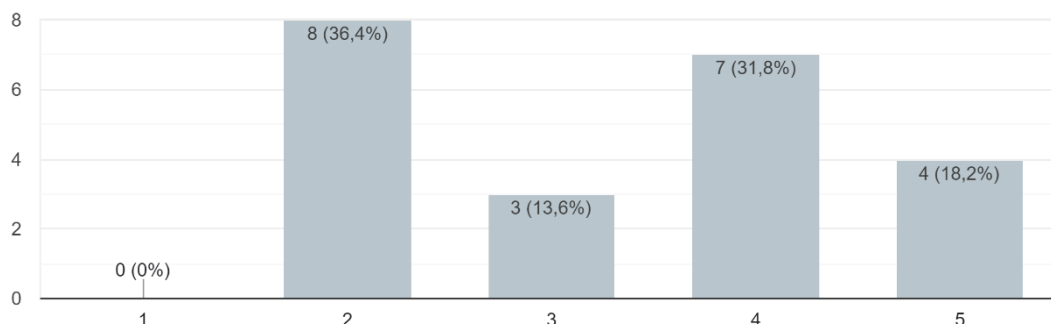


Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

10. La impressió 3D està guanyant terreny en els processos productius convencionals de les empreses (1 significa estar gens d'acord i 5 molt d'acord)?

Amb el Graf. 10 es pot interpretar com la meitat dels participants creu que ja sigui en poca o gran mesura, aquesta nova tècnica sí que està guanyant terreny als processos productius convencionals de les empreses. No obstant, també hi ha una gran part que no hi està d'acord. Això demostra l'estat prematur d'aquesta tecnologia.

Gràfic 10: La impressió 3D està guanyant terreny en els processos productius convencionals de les empreses?

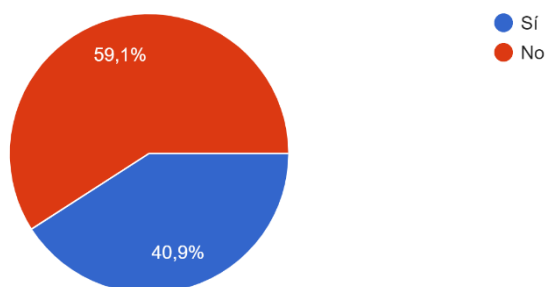


Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

11. La pandèmia ocasionada per la COVID-19 ha suposat un recés en el desenvolupament/creixement de la vostra activitat de negoci?

Aquesta pregunta es va formular per veure si aquesta pandèmia, juntament amb els problemes que va comportar, va suposar un recés o una oportunitat per aquest sector. Per una mica més de la meitat de les empreses no ha suposat un recés, però hi ha un alt percentatge d'elles (40.9%) que sí que s'han vist afectades (veure Graf. 11).

Gràfic 11: La pandèmia ocasionada per la COVID-19 ha suposat un recés en el desenvolupament/creixement de la vostra activitat de negoci?



Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

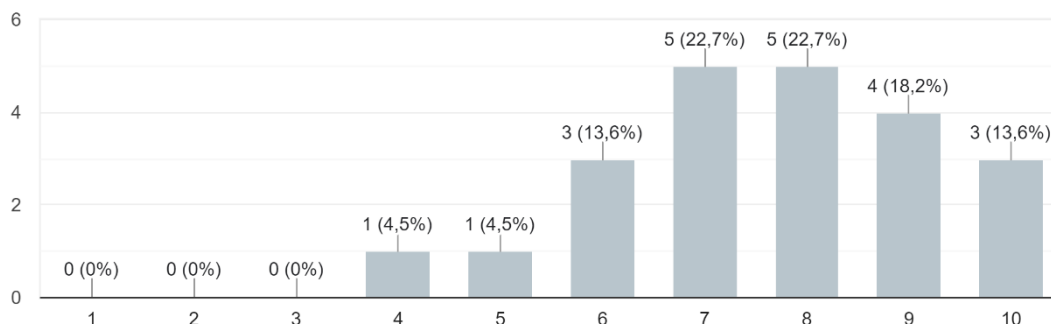
12. Per què?

A la Taula 3 de l'Annex D es poden observar tots els comentaris que han fet les empreses per justificar aquesta resposta. Entre d'altres, es pot veure com per gran part de les companyies, el tancament d'Àsia i la consegüent producció local de productes sanitaris ha suposat un impuls per aquesta tecnologia ja que va permetre donar resposta a les necessitats més urgents del moment. Per un altre costat però, hi va haver empreses afectades ja que van haver de paralitzar projectes que estaven duent a terme i les inversions també es van aturar.

13. Acord a la situació actual i les perspectives de futur, l'impacte de la impressió 3D en la logística de les empreses augmentarà (1 significa estar totalment en desacord i 10 totalment d'acord)?

En el Graf. 12 es veu com, en una escala de l'1 al 10, un 76,9% dels enquestats han respòs amb una valoració de 7 o més. Amb això s'entén que, igual que les previsions de futur identificades a la literatura, els professionals del sector tenen una visió optimista dels seus negocis en un futur.

Gràfic 12: L'impacte de la impressió 3D en la logística de les empreses augmentarà?

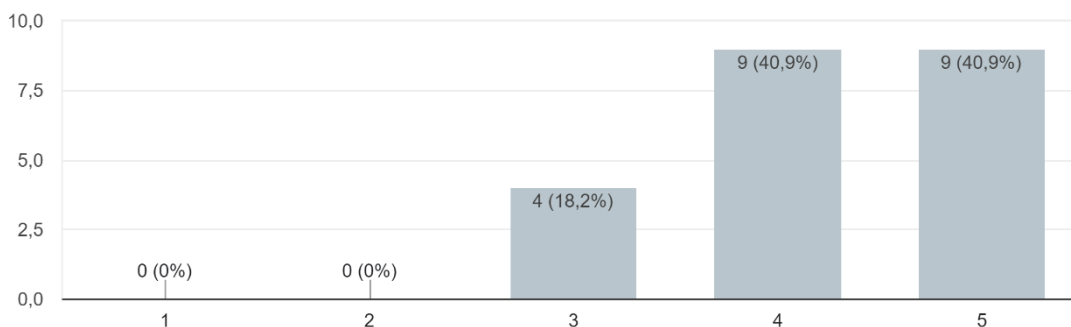


Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

14. Hi ha una falta de coneixement, per part de les empreses de les diferents indústries, sobre aquest sector (impressió 3D)? (1 significa estar gens d'acord i 5 molt d'acord)?

Segons aquesta resposta (veure Graf. 13) més d'un 80% de les empreses consideren que hi ha una mancança de personal qualificat en les empreses de les diferents indústries. Així doncs, enllaçant amb la resposta de la pregunta 8 en la que s'observen els principals factors que les empreses consideren que poden estimular més el creixement de l'AM, es reafirma la necessitat d'augmentar el personal amb coneixements per treballar amb aquesta tecnologia.

Gràfic 13: Hi ha una falta de coneixement per part de les empreses de les diferents indústries sobre el sector de la impressió 3D?



Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

15. En aquest espai podeu aportar qualsevol tipus d'informació addicional que vulgueu afegir a aquesta enquesta. Podeu parlar de qüestions específiques aportant més informació a les vostres respostes o explicar-nos el que vulgueu. Apreciaríem molt qualsevol comentari al respecte.

Com es pot veure a la Taula 4 inclosa a l'Annex D, cinc dels enquestats van proporcionar informació addicional a l'enquesta en aquesta pregunta oberta. Això representa el 22.7% de la participació total. La majoria de les respostes rebudes expressen les opinions que es tenen sobre aquesta tecnologia i ajuden a veure i entendre el punt de vista real d'alguns dels veritables professionals del sector. Es coincideix en que aquesta tecnologia no sempre és la més òptima, però sí que s'identifica que pren un paper protagonista en la indústria.

5.3. Cas d'estudi

Arribat a aquest punt, ja es té una visió més clara tant dels impactes més destacats que la impressió 3D pot ocasionar en la logística i, concretament, en les cadenes de

subministrament, a l'hora que també es coneixen els sectors on ja s'utilitza la tecnologia. Entre aquests, s'ha pogut veure com la indústria esportiva, tot i que no és la que més ho fa, sí que ha demostrat ser usuària d'aquesta tecnologia. A continuació es presenta com està estructurada la indústria dels fabricants de material d'hoquei patins a Catalunya i s'exposa el cas d'estudi amb el que es pretén veure l'impacte que pot tenir la impressió 3D en aquest àmbit seleccionat. Així es complementa la recerca d'informació d'articles acadèmics amb dades d'un exemple real.

Es fa un petit repàs del món de l'hoquei patins per així obtenir una primera impressió i s'acaba focalitzant en la producció en 3D de les plantilles dels propis patins dels jugadors per analitzar-ne la viabilitat i extreure conclusions amb les que poder entendre amb més detall el tema principal d'aquest treball.

5.3.1. Introducció a l'hoquei patins català

L'hoquei patins és un esport poc conegut arreu del món. Tot i així, en els últims World Roller Games, la modalitat d'hoquei patins masculina va comptar amb 28 països participants¹³ dels quals els que van quedar més a dalt en la classificació van ser Portugal, Argentina, Espanya, França i Itàlia respectivament. Segons la Real Federació Española de Patinaje¹⁴ (RFEP), Espanya compta amb un dels palmaresos més complets del món. Això demostra la qualitat de la cantera de jugadors nacionals.

La divisió d'honor espanyola masculina coneguda amb el nom "PARLEM OK LIGA" es compon actualment de 14 equips dels quals 11 són catalans. Cada equip té una plantilla de 10 jugadors de manera que estaríem parlant d'uns 110 jugadors professionals competint al màxim nivell a Catalunya. Això destaca la popularitat d'aquest esport en aquesta comunitat. A l'any 2020 segons l'Institut d'Estadística de Catalunya¹⁵ (Idescat) hi havia 29 clubs en total amb 3.992 homes i 3.495 dones practicants.

Com actual practicant d'aquest esport ja que és jugador professional en actiu que acaba d'ascendir a la divisió d'honor espanyola, en base a l'experiència, l'autor d'aquest treball pot comentar que una de les barreres d'entrada més clares d'aquest esport, deixant d'una banda el saber patinar, són els elevats costos del material. És evident que això no és l'única cosa que frena la seva popularització ja que, per exemple, el cost del material

¹³ Font: <http://www.worldskate.org/>

¹⁴ Font: <https://fep.es/website/index.asp>

¹⁵ Font: <https://www.idescat.cat/>

de l'hoquei gel és encara més elevat i és un esport més popular, però sí que suposa un dels principals inconvenients a tenir en compte.

Així doncs, entre tota la gamma d'equipament que un jugador d'hoquei patins pot portar, lo imprescindible és; patins, espinilleres, genolleres, guants i estic. Pel que fa als porters, aquests compten amb patins, guardes, peto, guants, estic i casc.

El cost del material complet d'un porter és superior al d'un jugador de pista, segons la botiga Hockeymania¹⁶ situada a Vic, el preu de l'equipament comentat anteriorment per un jugador seria de 692€ i el d'un porter de 1.231€ aproximadament. Aquests càlculs s'han fet tenint en compte únicament el material comentat al paràgraf anterior i basant-se en l'experiència de l'autor, però la realitat és que tots els jugadors han d'acabar invertint més diners ja que també requeriran més protecció o complements que els ajudin a jugar millor com per exemple l'esperadrap per l'estic, colzeres, protectors bucals o coquilleres¹⁷. A més, també s'ha de tenir en compte el cost de l'equipació i de la bossa requerida per transportar el material de joc així com les eines necessàries per a realitzar el manteniment de les peces del patí. Per una altra banda, la FCP que va presentar un nou model de casc d'hoquei patins, ja va decretar que l'ús del casc pels jugadors de pista passaria a ser obligatori en edats Prebenjamí i Benjamí a partir de l'1 d'abril de 2022¹⁸. Aquesta mesura incrementa encara més el cost de l'equipament.

5.3.2. Cadena de subministrament de la plantilla del patí

D'entre tot el material necessari per a desenvolupar aquesta pràctica esportiva, es pot identificar com un dels components més cars és la plantilla del patí (veure Fig. 3). Aquesta actua d'enllaç entre la bota i les rodes. Seguint el catàleg de la mateixa botiga d'Hockeymania, el preu pot variar entre 100€ i 770€ segons el material en que està feta la platina i els eixos i la seva forma. Normalment estan fets d'acer, alumini i titani. Segons l'anàlisi de mercat realitzat per Aleix Sicília Fuentes (2018) en el seu treball final de grau, es conclou que d'entre tots els fabricants de platines d'hoquei, les que aporten més fiabilitat són les marques Boiani Sport¹⁹ o Roll Line²⁰. A la mateixa vegada, els seus productes són els més populars i els més comercialitzats en aquest esport.

¹⁶ Font: <https://www.hockeymania.es/es/>

¹⁷ Protecció dels genitals (Font: <https://www.hockeymania.es/>)

¹⁸ Font: <http://www.fcpatinatge.cat/ca>

¹⁹ Font: <https://www.boianisport.net/>

²⁰ Font: <https://artisticskating.roll-line.it/es/>

Figura 3: Exemple de plantilles d'hoquei patins de la marca Roll Line



Font: Fotografia pròpia de les plantilles de l'autor

Així doncs, agafant aquestes dues marques com a exemple es procedeix a desglossar l'estructura de la seva cadena de subministrament a partir de la informació que tenen publicada a les seves respectives pàgines web. Per un costat, l'empresa Roll Line té la seva fàbrica a Itàlia, concretament a Lancenigo, una província de Treviso que està a tan sols 46 km de Venècia. Donen suport a la qualitat dels seus productes amb el lema "Made in Italy". Al no vendre directament al públic, el que fan és vendre a minoristes repartits per tot el món. Els productes d'aquesta empresa també s'utilitzen en el patinatge artístic.

Pel que fa a Espanya, l'empresa compta amb 9 distribuïdors dels quals 5 estan a Catalunya; Skatidor (Girona), Solopatin (Manlleu), Hockeymania (Vic), Xari Creixell (Sabadell) i Tot Patí (Barcelona).

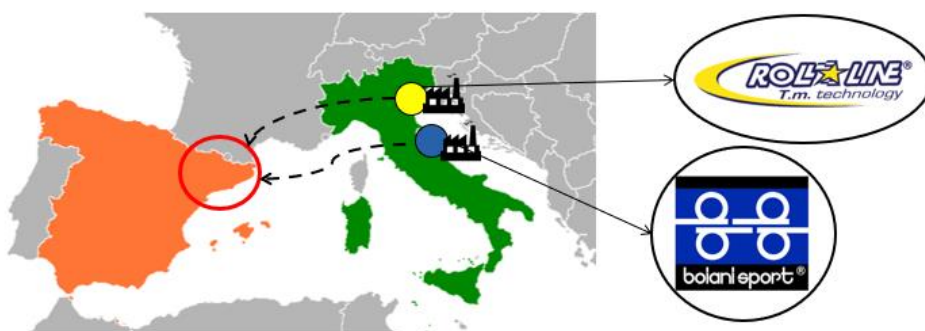
Per un altre costat, l'empresa Boiani Sport té la seva fàbrica a una altra part d'Itàlia, concretament a Villa Fastiggi, situada a la província de Pesaro i Urbino a la part est de la península que es troba a uns 94 km del port d'Ancona. Tampoc venen directament al públic sinó que tenen distribuïdors per tota Itàlia, Espanya i també a Suïssa, Estats Units i Colòmbia. Igual que l'anterior empresa italiana, aquesta també produeix pel món del patinatge artístic.

Dels 6 distribuïdors espanyols 5 estan en territori català; Tot Patí (Barcelona), Solopatin (Manlleu), Carlota Roller (Barcelona), Distribuciones Carlos Mur (Barcelona) i Genial Solution (Barcelona).

Vist això, és evident que aquestes dues empreses han de fer arribar els seus productes a Espanya la qual cosa implica uns costos de transport i distribució a més a més d'una planificació de la demanda i despeses de manteniment i gestió d'inventari. En base a l'experiència acadèmica es considera que l'opció de transportar aquests productes

d'Itàlia a Espanya per aire és la més costosa de totes. Així doncs, el transport d'aquests surt més a compte realitzar-lo o bé per terra o bé per via marítima. Cal comentar que, actualment, degut a la crisi ocasionada per la COVID-19, els nolis²¹ (*fletes* en castellà) han patit una pujada de preus sense precedents (Trilles Segura, 2021). Igualment, aquest desplaçament de mercaderies, a part de consumir temps, també té un impacte pel que fa a la petjada de carboni implicant així també uns costos socials.

Figura 4: Mapa il·lustratiu de la cadena de subministrament de la plantilla del patí



Font: Elaboració pròpia a partir de les imatges extretes de https://www.wikiwand.com/es/Relaciones_Espa%C3%B1a-Italia i https://www.flaticon.es/icono-gratis/fabrica_31495

5.3.3. Impressió 3D i la plantilla d'hoquei patins

En suma, les necessitats de canviar la plantilla dels patins i els seus corresponents eixos acompanyen al jugador d'hoquei patins durant tota la seva vida. I no només perquè creixem i això comporta un augment de la mida del peu, sinó perquè aquests elements, tot i que poden durar anys, també es poden trencar degut a la falta d'un bon manteniment o directament pel seu desgast natural. A més a més, depenent de la qualitat del jugador, aquest pot acabar competint en lligues professionals. Això implica que tota ajuda per millorar el rendiment és apreciada. D'aquesta manera, la majoria dels jugadors professionals opten per apostar i invertir en plantilles més cares i no tan abundants en el mercat ja que això els aporta, entre altres, més lleugeresa i qualitat. A la mateixa vegada, al ser models menys comercialitzats, les quantitats que es tenen en estoc també són més reduïdes, cosa que, segons el coneixement que es té fins ara, també pot afavorir la utilització de la impressió 3D.

Sergi Aragonès, esportista d'elit català en la modalitat d'hoquei patins comenta que el model de plantilla conegut amb el nom de Roll Line Mistral és el que més li està durant

²¹ Noli: preu que es paga pel lloguer d'un medi de transport per transportar mercaderies (Font: <https://www.rae.es>)

(4 anys) (Sicília Fuentes, 2018). Amb un preu de 320€²² es reafirma l'elevat cost econòmic que aquest component suposa.

Per tant, remarcant lo més destacat de la tecnologia de la AM, gràcies a la possibilitat de produir sèries curtes d'articles molt adaptats a l'usuari final, la impressió 3D podria presentar un avantatge competitiu en flexibilitat, qualitat i innovació així com suposar a l'hora un impacte en la logística dels fabricants italians degut a la descentralització de la fabricació, entre d'altres.

5.4. Anàlisi de la viabilitat i efectes de la producció amb impressió 3D de les plantilles dels patins dels jugadors professionals d'hoquei patins de Catalunya

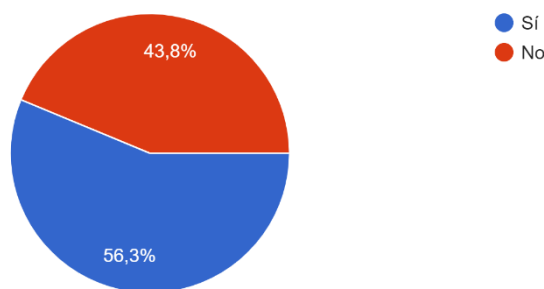
En aquest punt es passa a analitzar les respostes obtingudes amb la segona secció de l'enquesta 1 i l'enquesta 2 per a donar resposta al segon dels objectius marcats. Seguint el mateix discurs, els resultats no es poden generalitzar, però s'aporta informació de primera mà sobre el cas d'estudi.

- **Enquesta 1 (secció 2)**

- 1. Sense entrar en detalls molt tècnics, creieu que actualment es podrien arribar a produir amb les vostres impressores 3D?**

Només 16 empreses han contestat aquesta pregunta d'aquesta secció. Més de la meitat consideren que sí que seria viable, per tant, amb el Graf. 14 es pot veure com, tot i que no totes les empreses serien capaces, sí que es podria arribar a imprimir en 3D aquest producte.

Gràfic 14: Es podrien arribar a produir amb les vostres impressores 3D?



Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

²² Font: <https://www.hockeymania.es/>

2. *Escriviu aquí en el cas que vulgueu aportar algun comentari respecte la pregunta anterior. Si heu contestat negativament, expliqueu per quin motiu.*

Els comentaris de les empreses que han contestat tant afirmativament com negativament la pregunta anterior es poden veure a la Taula 5 de l'Annex E. Es pot observar com, tot i que fos viable, la impressió d'aquest producte es pot trobar amb certs inconvenients que podrien dificultar el seu ús en la seva aplicació real.

3. *En cas afirmatiu, suposant que ja es disposés del disseny en 3D, podríeu donar una orientació aproximada del preu que podria costar imprimir dues plantilles (contemplant principalment la platina i els eixos) per a un jugador d'hoquei?*

Tot i la dificultat per proporcionar un preu precís, a la Taula 6 de l'Annex E es poden veure els diferents preus proporcionats per algunes de les empreses. N'hi ha que oferirien preus més assequibles que el preu real de mercat de 320€ comentat anteriorment, però n'hi ha d'altres que oferirien preus desorbitats comparat amb aquest. És important tenir en compte, com bé diu un dels comentaris, que quantes més unitats s'imprimeixin a l'hora amb la mateixa impressió, més econòmic serà el cost d'una unitat.

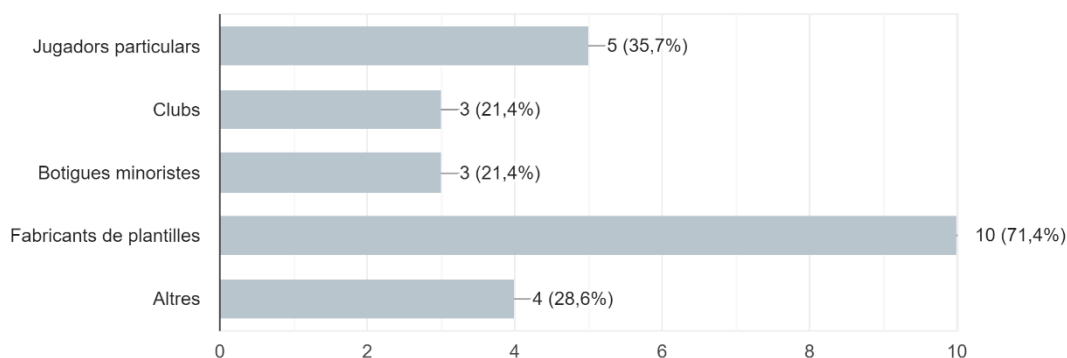
4. *Quant de temps es requeriria?*

A la Taula 7 de l'Annex E s'observen les respostes d'aquesta pregunta. Depenent de l'empresa es podria trigar des d'aproximadament un dia per a imprimir el producte fins a un mes. Això indica que és un plaç raonable ja que normalment els jugadors que consideren fer aquest tipus d'inversions en material, no el necessiten urgentment. A més, degut a que les plantilles de qualitat no són abundants al mercat, hi ha vegades que l'inici de l'aprovisionament d'aquestes no es formalitza fins que no arriba la comanda del client. Doncs, el *lead time* entre Itàlia i Espanya també seria superior a un dia.

5. *Qui podria arribar a fer un encàrrec d'aquest estil?*

De les 14 respostes obtingudes en aquesta resposta, es pot concloure que els fabricants de plantilles són els clients ideals per a sol·licitar la impressió d'aquest producte de manera que això faria encarir més el preu ja que ells haurien d'implementar un petit marge al preu final per arribar a obtenir beneficis. Tot i així, algunes empreses sí que podrien acceptar comandes dels clients finals (veure Graf. 15).

Gràfic 15: Qui podria arribar a fer un encàrrec d'aquest estil

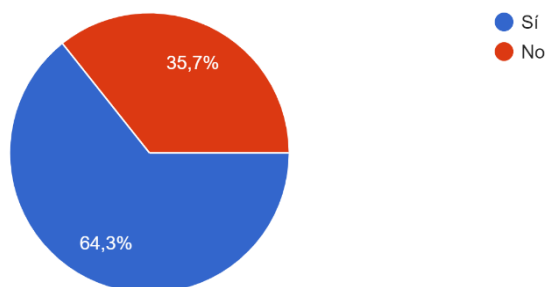


Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

6. Podríeu arribar a absorbir un encàrrec de 220 plantilles?

De les 14 companyies que han respòs, la majoria ha contestat positivament (veure Graf. 16). Això determina que la demanda dels 110 jugadors d'hoquei patins professionals de Catalunya podria ser satisfeta amb la tecnologia actual.

Gràfic 16: Podríeu arribar a absorbir un encàrrec de 220 plantilles?



Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

7. En cas negatiu, per què no?

Aquesta pregunta es va dissenyar per trobar una explicació general en el cas que clarament no fos viable la impressió en 3D d'aquest producte. No obstant, A la Taula 8 de l'Annex E es poden apreciar les explicacions del perquè les empreses que han contestat "No" a la pregunta anterior serien incapaces d'absorbir un encàrrec d'aquest estil.

8. Quins inconvenients o desavantatges creieu que presentaria el fet de passar a fabricar aquest producte amb una impressora 3D? Es podria anar més enllà del prototipatge?

11 dels participants van contestar aquesta pregunta. La Taula 9 de l'Annex E exposa els comentaris. N'hi ha de més optimistes que altres, però realment es dona peu a poder estudiar la seva factibilitat amb més profunditat ja que per varies empreses sí que seria viable anar més enllà del prototipatge.

9. Aquí podeu afegir els comentaris addicionals que considereu oportuns.

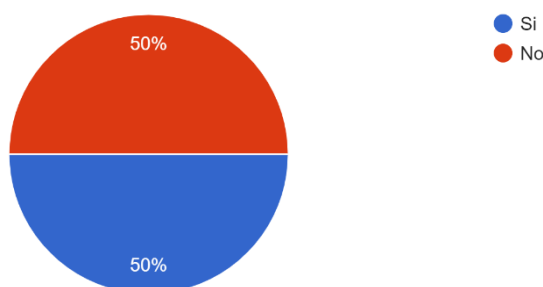
La Taula 10 de l'Annex E mostra les diferents respostes obtingudes. Es torna a demostrar que aquesta tecnologia ja s'està utilitzant en el camp de l'esport i una d'elles evidència l'estat prematur que té encara quan es tracta d'imprimir amb metalls.

○ **Enquesta 2**

1. Actualment considereu que esteu invertint en I+D?

Una de les dues empreses italianes sí que està invertint en I+D (abreviació dels termes "Investigació i Desenvolupament"), però l'altra no (veure Graf. 17). Això dona una imatge de les intencions i filosofia de cadascuna.

Gràfic 17: Actualment considereu que esteu invertint en I+D?

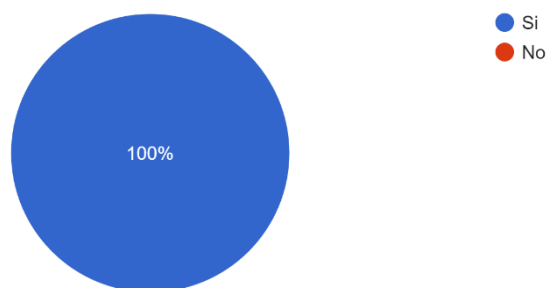


Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

2. Heu sentit a parlar de la impressió 3D?

Amb aquesta segona pregunta, com es pot veure al Graf. 18, es descobreix que ambdues entitats coneixen la tecnologia objecte d'estudi d'aquest treball.

Gràfic 18: Heu sentit a parlar de la impressió 3D?

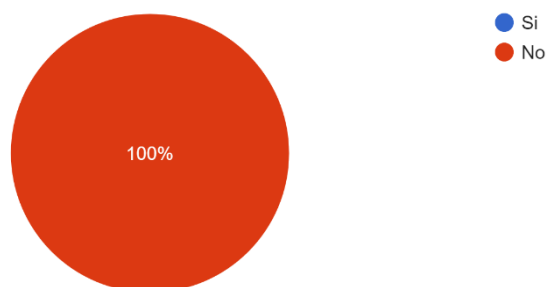


Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

3. Us heu proposat fer ús d'aquesta tecnologia en algun moment?

Tot i que n'hagin sentit a parlar i una d'elles inverteixi en I+D, cap de les dues s'ha proposat mai utilitzar-la per a fabricar els seus productes (veure Graf. 19).

Gràfic 19: Us heu proposat fer ús d'aquesta tecnologia en algun moment?



Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

4. En cas afirmatiu, per a què la utilitzaríeu? En cas negatiu, per què no la utilitzaríeu?

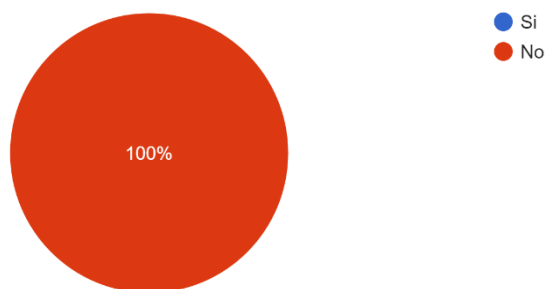
Com que les dues han contestat negativament la pregunta anterior, a la Taula 11 de l'Annex F s'observen les explicacions. Una d'elles simplement argumenta que no està interessada en aquesta tecnologia i l'altre creu que només es pot imprimir en 3D amb plàstics. Contràriament a com bé s'ha demostrat amb la resta del treball, sí que es pot imprimir amb metalls.

5. Creieu que podríeu utilitzar la tecnologia d'impressió 3D per a produir les plantilles pels patins d'hoquei patins?

Amb el Graf. 20 es pot veure com cap de les dues creu que pugui utilitzar aquesta tecnologia. Això es contradiu amb les respostes obtingues amb la segona secció de l'enquesta 1 en les que els professionals de les empreses productores de peces 3D

afirmen poder-ho fer. Així doncs, es pot interpretar que, o bé els professionals requereixen de més detalls tècnics del producte, que aquestes dues empreses sí que saben, per a rectificar o consolidar les seves respostes, o bé aquestes dues empreses necessiten informar-se més sobre les capacitats d'aquesta tecnologia.

Gràfic 20: Creieu que podríeu utilitzar la tecnologia d'impressió 3D per a produir les plantilles pels patins d'hoquei patins?



Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

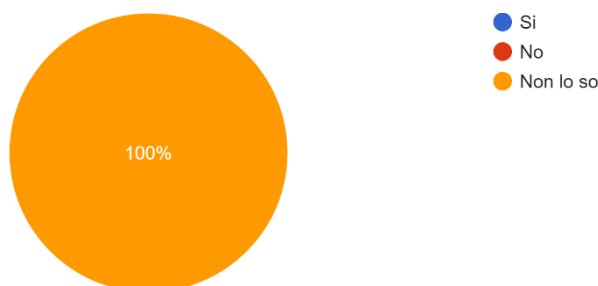
6. En cas afirmatiu, per què no ho heu fet ja? En cas negatiu, per què no?

A la Taula 12 de l'Annex F es pot veure com les justificacions de les respostes anteriors es deuen o bé a la creença de que el producte obtingut no tingui la qualitat suficient o simplement perquè l'empresa no està interessada.

7. Creieu que amb aquesta tecnologia podríeu aportar millores als vostres productes?

Amb aquesta pregunta es pot observar com cap de les empreses mostra tenir coneixements suficients per aportar una resposta afirmativa o negativa. Ambdós han respòs "No ho sé" (veure Graf. 21).

Gràfic 21: Creieu que amb aquesta tecnologia podríeu aportar millores als vostres productes?

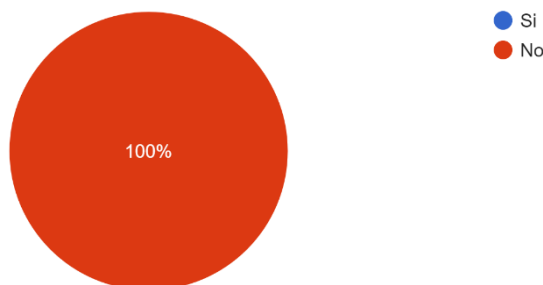


Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

8. Si fos possible, us agradaria poguer descentralitzar la producció de les vostres plantilles fabricant així més a prop dels vostres clients a través dels serveis oferts per empreses productores de peces 3D? Només hauríeu d'enviar el disseny digital i s'eliminaría, entre altres, el transport físic dels vostres productes a les botigues.

Al Graf. 22 es pot veure com a ninguna li agradaria gaudir dels avantatges logístics que aquesta tecnologia podria aportar als seus negocis. Amb la següent pregunta expliquen el perquè.

Gràfic 22: Descentralitzaríeu la producció de les vostres plantilles mitjançant els serveis oferts per empreses productores de peces 3D?



Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

9. Per què?

Com es pot veure a la Taula 13 de l'Annex F, a una d'elles no li agradaria descentralitzar la producció de les plantilles mitjançant empreses productores de peces 3D perquè es considera ser una empresa petita i l'altre argumenta que els seus productes sempre han estat fets a Itàlia. Per tant, s'observa com, tot i que la descentralització pot aportar certs avantatges logístics, també poden aparèixer altres inconvenients que fan inclinar la balança cap a l'altre costat en quant a la utilització d'aquesta tecnologia.

10. En aquest espai podeu aportar qualsevol tipus d'informació addicional que vulgueu afegir a aquesta enquesta. Podeu parlar de qüestions específiques aportant més informació a les vostres respostes o explicar-nos el que vulgueu. Apreciaríem molt qualsevol comentari al respecte.

Cap de les empreses ha contestat aquesta pregunta.

6. Conclusions

Després de dur a terme el treball empíric i analitzar-ne els resultats es pot donar resposta als dos objectius plantejats. Pel que fa al primer, es pot veure com la indústria de la impressió 3D a Catalunya és un sector que factura milions d'euros a l'any i, segons els professionals del sector, compta amb un entramat d'empreses ben estructurat.

Aquest fet fa que aquesta comunitat autònoma sigui atractiva per a les empreses no només del sector de l'AM, sinó de totes les indústries, ja que els serveis d'impressió 3D poden ser sol·licitats per qualsevol d'elles. Un clar exemple es dona al veure com HP, una de les empreses de tecnologies d'informació més gran i important del món, té ubicat aquí el seu centre mundial de desenvolupament d'impressió 3D.

A Catalunya, les dues indústries més demandants dels serveis de les empreses del sector de la impressió 3D són l'automobilística i la mèdica i els factors principals que les empreses tenen en compte a l'hora plantejar-se l'ús d'aquesta tècnica són el prototipat, desenvolupament de productes i innovació, seguit per la personalització i la impressió de peces de recanvi. Els polímers són el material més utilitzat amb diferència.

Malgrat tot això, els processos productius convencionals segueixen predominant. No obstant, els experts en el tema locals coincideixen en que actualment encara queden segments del mercat per cobrir amb la impressió 3D. Així mateix, també es conclou que encara es pot fer més del que s'està fent per a fomentar més l'ús d'aquesta tecnologia. Augmentar la velocitat d'impressió i el rang de materials disponibles per a imprimir o reduir els costos de la unitat quan es produeix en massa són alguns dels factors a treballar per a estimular el creixement de l'AM. No obstant, per fer això, resulta de vital importància ampliar el nombre de professionals qualificats i amb coneixements per a poder treballar i seguir desenvolupant aquesta tecnologia.

Amb aquesta visió de l'ecosistema d'impressió tridimensional de Catalunya clara i el seu impacte, seguidament es presenten les conclusions del segon dels objectius; el cas d'estudi. Així doncs, el que s'ha fet primerament és analitzar la viabilitat tècnica de l'estudi. S'ha observat com la majoria de les empreses productores de peces 3D amb les que s'ha contactat sí que podrien arribar a imprimir un producte d'aquestes característiques. És cert que per incrementar la precisió d'aquestes conclusions es requeriria un altre estudi més tècnic, però amb aquesta primera exploració s'obtenen uns resultats positius en aquest aspecte.

Pel que fa a la viabilitat econòmica també s'observa com algunes empreses podrien oferir un preu de mercat inferior al d'una plantilla de bona qualitat com la presentada al cas, però també n'hi ha d'altres que proposen preus bastant més elevats. Llavors, s'entén que depenent del tipus d'impressora utilitzada per cada empresa i altres factors com el nombre d'encàrrecs produïts en una mateixa impressió, el preu podria variar. Tot i així, es pot concloure que a simple vista sí que es podria obtenir de forma més econòmica.

En tercer lloc, pel que fa al *lead time*, s'observa com es podria trigar entre un dia i un mes per a obtenir les plantilles. És un marge de temps bastant gran per lo que també seria necessari realitzar un estudi més tècnic per a poder determinar els mitjans més adients per a produir aquest producte i poder acotar més. No obstant, tampoc és un resultat desorbitat per lo que es conclou que, junt amb les altres dades obtingudes, amb aquesta primera investigació, sí que seria factible la producció de les plantilles dels patins dels jugadors professionals d'hoquei patins de Catalunya.

Per una altra banda, analitzant-ho des del punt de vista de les empreses italianes productores d'aquestes plantilles, s'observa com sí que coneixen aquesta tecnologia, però no consideren utilitzar-la. Cap de les dues sap si aquesta tecnologia podria fer millorar la qualitat dels seus productes per lo que juntament amb les altres respostes que han proporcionat, es conclou que no tenen suficient coneixement sobre l'AM per poder aportar informació tècnica de la mateixa qualitat.

Tot i així, al ser empreses amb presència internacional, encara que fos possible la producció de les plantilles amb impressores 3D, ninguna estaria disposada, entre altres, a deslocalitzar els seus processos productius a Espanya ja que entre altres raons, es perdria l'estatus "*Made in Italy*" dels productes i això podria suposar un desavantatge important per elles en termes de qualitat.

Amb tot això es conclou que l'estat actual de la tecnologia d'impressió 3D a Catalunya sí que permet variar la cadena de subministrament de les plantilles, però no seria viable degut a la negativa de les empreses italianes. D'aquesta manera es pot veure com, tot i els avantatges logístics que la impressió 3D pot aportar, aquesta no té perquè adoptar-se. Hi ha altres factors que es tenen en compte com pot ser la procedència i qualitat del producte que poden tenir més valor per les empreses. Tot i així, gaudir d'un avantatge competitiu en termes logístics pot aportar grans beneficis a la companyia. La immediatesa és cada vegada més present en la societat. Si bé és cert que l'AM no es

preveu que substitueixi sinó que més aviat complementi els processos productius convencionals, a l'hora de decidir si utilitzar-la, cal analitzar què és lo més òptim en cada cas i què pot aportar més valor al producte. No tot passa per l'impacte que aquesta tecnologia té en la logística sinó que els aspectes tècnics o polítiques empresarials també són un punt a tenir en compte en les decisions estratègiques de l'empresa.

L'AM demostra tenir un gran impacte en la logística i això dona lloc a un modus operandi diferent al que fins ara estàvem acostumats. Encara hi ha molt de desconeixement sobre aquest i més aspectes d'aquesta tecnologia i, de fet, aquesta encara està en evolució, però tot apunta a que l'impacte que tindrà en els pròxims anys serà encara major.

6.1. Limitacions del treball

Malgrat l'aportació de dades reals i l'anàlisi de la literatura existent, aquest treball té algunes limitacions. Per una banda no s'analitza la tecnologia en profunditat ja que no és un objectiu del treball, tot i que això ajudaria a entendre amb més detall les seves limitacions i/o oportunitats. Seguint la mateixa línia, tampoc s'entra en detalls tècnics a l'hora d'investigar la producció de la plantilla dels patins d'hoquei patins ja que l'estudi se centra més en el seu caràcter social-empresarial. Per una altra banda, els resultats obtinguts no es poden generalitzar ni per totes les empreses del sector de la impressió 3D ni per les empreses productores de plantilles pels patins perquè es tracta d'una recerca exploratòria.

6.2. Recomanacions per a futurs treballs

Finalment, en acabar la investigació, es creu que seria interessant proposar la realització d'un treball més tècnic amb el que estudiar la creació d'un disseny de plantilla d'hoquei patins que es pugui arribar a imprimir amb impressió 3D. Així es podria veure si realment, amb un disseny ja creat, les empreses productores de peces 3D podrien fabricar el producte amb la qualitat, cost i temps esmentats i posteriorment veure si les empreses italianes estarien disposades a replantejar-se les respostes. A més, degut a la versatilitat de la tecnologia i la presència de la logística en pràcticament totes les indústries, ja que cada cas tindrà els seus avantatges i inconvenients, treballs semblants es podrien fer agafant com a objectes d'estudi altres productes esportius o d'altres àmbits per així recolzar el creixement d'aquesta tecnologia.

Per últim, cal remarcar la importància de fer augmentar el coneixement sobre aquesta tecnologia. És cert que no sempre surt a compte utilitzar-la, però en molts altres casos sí. Per això es recomana la divulgació de tot tipus de treballs relacionats amb el tema.

7. Bibliografia

- Attaran, M. (2020). 3D Printing Role in Filling the Critical Gap in the Medical Supply Chain during COVID-19 Pandemic. *American Journal of Industrial and Business Management*, 10(05), 988–1001. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2020.105066>
- Birtchnell, T. (2020). *35 3D PRINTING AND THE CHANGING LOGISTICS OF CITIES*.
- Boon, W., & van Wee, B. (2018). Influence of 3D printing on transport: a theory and experts judgment based conceptual model. *Transport Reviews*, 38(5), 556–575. <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1370036>
- Braziotis, C., Rogers, H., & Jimo, A. (2019). 3D printing strategic deployment: the supply chain perspective. In *Supply Chain Management* (Vol. 24, Issue 3, pp. 397–404). Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2017-0305>
- Daniela Cubillos Cuéllar, L. (2019). La tecnología de la impresión 3D y sus disrupciones en la cadena de suministro The 3D printing technology and its disruptions in the supply chain. In *Revista Loginn* (Vol. 3).
- Generalitat de Catalunya. (2019). *Informe tecnològic El 3D Printing a Catalunya*.
- Goh, G. D., Sing, S. L., & Yeong, W. Y. (2021). A review on machine learning in 3D printing: applications, potential, and challenges. *Artificial Intelligence Review*, 54(1), 63–94. <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09876-9>
- Gutiérrez López, R. (2022). *ANALYSIS OF IMO 2020 AND THE ADAPTATION OF SHIPOWNERS OPERATING IN SPAIN*.
- Halassi, S., Semeijn, J., & Kiratli, N. (2019). From consumer to prosumer: a supply chain revolution in 3D printing. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 49(2), 200–216. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-03-2018-0139>
- Harte, D., & Paterson, A. (2018). The fastest field sport in the world: A case report on 3-dimensional printed hurling gloves to help prevent injury. *Journal of Hand Therapy*, 31(3), 398–410. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2017.05.015>
- Hein Christian, Eichhorn Nora, & Lasch Rainer. (2020). *Case Study Research in Humanitarian Logistics: Challenges and Recommendations for Action*. <http://www.springer.com/series/10152>
- İyigün, İ., Faruk, Ö., & Editors, G. (2022). *Accounting, Finance, Sustainability, Governance & Fraud: Theory and Application Logistics 4.0 and Future of Supply Chains*. <https://link.springer.com/bookseries/13615>
- Jakšič, M., & Trkman, P. (2018). *3D Printing as an Alternative Supply Option in Spare Parts Inventory Management* (pp. 617–622). https://doi.org/10.1007/978-3-319-55702-1_81

- Kovács G., & Falagara Sigala I. (2020). *LESSONS LEARNED FROM HUMANITARIAN LOGISTICS TO MANAGE SUPPLY CHAIN DISRUPTIONS* GY € ONGYI KOV ACS AND IOANNA FALAGARA SIGALA HUMLOG Institute, Hanken School of Economics.
- Lee, J. Y., An, J., & Chua, C. K. (2017). Fundamentals and applications of 3D printing for novel materials. In *Applied Materials Today* (Vol. 7, pp. 120–133). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2017.02.004>
- Martínez de Carvajal Hedrich, E. (2019). *Impresión 3D Guía de referencia: Vol. 3ª Edición*. Ernesto Martíned de Carvajal Hedrich.
- Meier, M., Tan, K. H., Lim, M. K., & Chung, L. (2019). Unlocking innovation in the sport industry through additive manufacturing. *Business Process Management Journal*, 25(3), 456–475. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-10-2017-0285>
- MILOSEVIC, P., & BOGOVIC, S. (2018). 3d technologies in individualized chest protector modelling. *Textile and Leather Review*, 1(2), 46–55. <https://doi.org/10.31881/TLR.2018.vol1.iss2.p46-55.a6>
- Nikitakos, N., Dagkinis, I., Papachristos, D., Georgantis, G., & Kostidi, E. (2020). Economics in 3D printing. In *3D Printing: Applications in Medicine and Surgery* (pp. 85–95). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-66164-5.00006-4>
- Oh, E. J., Lee, J. H., Kim, J. E., & Park, K. (2020). Lightweight design of a sledge frame for para ice hockey using design for additive manufacturing. *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, 37(6), 407–414. <https://doi.org/10.7736/JKSPE.020.039>
- Panigrahi, S. S. (2021). *Role of 3D Printing in Digital Supply Chain*. <https://gronkwena.wordpress.com>
- Paulo Lago Job, J. (2020). *Revision de las tecnicas de fabricacion aditiva y sus aplicaciones*.
- Popescu, D., Popa, D. M., & Cotet, B. G. (2019). Getting ready for Generation Z students - considerations on 3D printing curriculum. *Propósitos y Representaciones*, 7(2). <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.280>
- Quanjin, M., Rejab, M. R. M., Idris, M. S., Kumar, N. M., Abdullah, M. H., & Reddy, G. R. (2020). Recent 3D and 4D intelligent printing technologies: A comparative review and future perspective. *Procedia Computer Science*, 167, 1210–1219. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.434>
- Rogers, J. W. (2021). *Supplying Space: 3D Printing for Interplanetary Logistics*. <https://commons.und.edu/ss-stu>

- Savonen, B., Mahan, T., Curtis, M., Schreier, J., Gershenson, J., & Pearce, J. (2018). Development of a Resilient 3-D Printer for Humanitarian Crisis Response. *Technologies*, 6(1), 30. <https://doi.org/10.3390/technologies6010030>
- Shahrubudin, N., Lee, T. C., & Ramlan, R. (2019). An overview on 3D printing technology: Technological, materials, and applications. *Procedia Manufacturing*, 35, 1286–1296. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.089>
- Sicília Fuentes, A. (2018). *MILLORA MECÀNICA DE LA PLATINA I L'EIX D'UNS PATINS D'HOQUEI*.
- Stott, L., & Ramil, X. (2014). *Metodología para el desarrollo de estudios de caso*. www.itd.upm.es.
- Trilles Segura, A. (2021). *THE IMPACT OF COVID-19 ON SHIPPING INDUSTRY STUDYING ECONOMIC FACTORS*.
- Vicente Oliva, S. (2018). *LA IMPRESIÓN 3D COMO TECNOLOGÍA DE USO GENERAL EN EL FUTURO*.
- Wieczorek, A. (2017). Impact of 3D printing on logistics. *Research in Logistics and Production*, 7(5), 443–450. <https://doi.org/10.21008/j.2083-4950.2017.7.5.5>
- Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. In *International Journal of Production Research* (Vol. 58, Issue 1, pp. 18–43). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964>
- World Economic Forum. (2020). *3D Printing: A Guide for Decision-Makers In collaboration with Mitsubishi Chemical Holdings Corporation*. www.weforum.org

7.1. Webgrafia

- Bertran, D. (2020, August 7). *La FCP presenta un nou casc per jugar a hoquei patins betevé*. Retrieved March 18, 2022, from <https://beteve.cat/esports/nou-casc-hoquei-patins-2020/>
- Caneleiras Anatómicas em fibra de carbono e kevlar*. Compozito. (2020, May 28). Retrieved February 23, 2022, from <https://compozito.pt/>
- Coquilla Sioux Sénior*. Hockeymania. (n.d.). Retrieved February 24, 2022, from <https://www.hockeymania.es/es/complementos/1333-coquilla-sioux-senior-0009071.html>
- Dutch students create a unique 3D printed metal bicycle with help from MX3D - 3dprint.com: The Voice of 3D printing / additive manufacturing*. 3DPrint.com | The Voice of 3D Printing / Additive Manufacturing. (2021, October 16). Retrieved March 18, 2022, from <https://3dprint.com/118086/dutch-students-3d-printed-bike/>

Google. (n.d.). *Formularis de Google: Creeu I Analitzeu Enquestes de franc*. Google. Retrieved February 27, 2022, from <https://www.google.com/intl/ca/forms/about/>

High-tech zweikampf 3D printed soccer shin guards get kickstarted - 3dprint.com: The Voice of 3D printing / additive manufacturing. 3DPrint.com | The Voice of 3D Printing / Additive Manufacturing. (2021, October 17). Retrieved March 18, 2022, from <https://3dprint.com/130326/3d-printed-shin-guards/>

Home. Roll Line. (2018, September 18). Retrieved February 26, 2022, from <https://artisticskating.roll-line.it/es/>

Hub. Cambridge Dictionary. (n.d.). Retrieved February 24, 2022, from <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/hub>

Iconos gratuitos de Fábrica diseñados Por Freepik. Flaticon. (2022, June 6). Retrieved March 19, 2022, from https://www.flaticon.es/icono-gratis/fabrica_31495

Inicio. Hockeymania. (n.d.). Retrieved February 24, 2022, from <https://www.hockeymania.es/es/>

Institut d'Estadística de Catalunya. Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat). (n.d.). Retrieved February 24, 2022, from <https://www.idescat.cat/>

La FCP Presenta El Nou Casc específic per a l'hoquei patins que serà obligatori a partir de 2022. FCP. (2021, July 25). Retrieved February 26, 2022, from <http://www.fcpatinatge.cat/ca/noticies/hoquei-patins/170621/la-fcp-presenta-el-nou-casc-especific-lhoquei-patins-que-sera>

Lead time. LEAD TIME | Bedeutung im Cambridge Englisch Wörterbuch. (n.d.). Retrieved February 28, 2022, from <https://dictionary.cambridge.org/de/worterbuch/englisch/lead-time>

L'ús del Casc Serà obligatori en edats prebenjamí I Benjamí a partir de l'1 d'abril. FCP. (2022, February 25). Retrieved February 26, 2022, from <http://www.fcpatinatge.cat/ca/noticies/hoquei-patins/250222/lus-del-casc-sera-obligatori-en-edats-prebenjami-i-benjami-partir-de>

Nike football accelerates innovation with 3D printed "concept cleat" for shuttle. Nike News. (2014, February 26). Retrieved March 18, 2022, from <https://news.nike.com/news/nike-football-accelerates-innovation-with-3d-printed-concept-cleat-for-shuttle>

Patines roll-line mistral. Hockeymania. (n.d.). Retrieved February 27, 2022, from <https://www.hockeymania.es/es/roll-line/410-patines-roll-line-mistral-040000001384.html>

Rae. (n.d.). *Flete: Diccionario de la Lengua Española (2001)*. "Diccionario esencial de la lengua española". Retrieved March 1, 2022, from <https://www.rae.es/drae2001/flete>

Real Federación Española de patinaje. Real Federacin Espaola de Patinaje. (n.d.). Retrieved February 24, 2022, from <https://fep.es/website/index.asp>

Relaciones España-Italia. Wikiwand. (n.d.). Retrieved March 19, 2022, from https://www.wikiwand.com/es/Relaciones_Espa%C3%B1a-Italia

Savoir Faire. Tibeolution. (2018, August 10). Retrieved February 23, 2022, from <http://tibeolution.com/a-propos/>

Skateboarding & Roller Sports - Home. Worldskate. (2022, February 4). Retrieved February 24, 2022, from <http://www.worldskate.org/>

Star - Pattini da Artistico e hockey per i Campioni di Ieri e Di Oggi. BoianiSport. (2021, January 22). Retrieved February 26, 2022, from <https://www.boianisport.net/>

The promise of 3D printing fulfilled. Carbon. (2022, February 8). Retrieved May 1, 2022, from <https://www.carbon3d.com/>

The top 3D printing applications in sports. 3Dnatives. (2021, June 11). Retrieved March 18, 2022, from <https://www.3dnatives.com/en/top-10-3d-printing-sport-131120174/>

The world's first 3D printed hockey helmet liners, now certified by NHL. 3Dnatives. (2020, September 18). Retrieved May 1, 2022, from <https://www.3dnatives.com/en/3d-printed-hockey-helmet-180920205/#!>

WYVE and its 3D printed eco-surfboards. 3Dnatives. (2021, August 3). Retrieved March 18, 2022, from <https://www.3dnatives.com/en/hexa-surfboard-3d-printed-eco-surfboards-150120204/#>

8. Glossari

3D = 3 dimensions

4D = 4 dimensions

IoT = Internet of Things

AM = Additive Manufacturing

ML = Machine Learning

FDM = Fused Deposition Modeling

SLS = Selective Laser Sintering

CAD = Computer-Aided Design

PLA = Àcid polilàctic

ABS = Acrilonitril butadiè estirè

RFEP = Real Federación Española de Patinaje

FCP = Federació Catalana de Patinatge

PARLEM OK LIGA = Divisió d'honor espanyola masculina d'hoquei patins.

Idescat = Institut d'Estadística de Catalunya

Slicer = Programari de laminat

GCODE = Nom de l'arxiu que normalment és capaç d'interpretar una impressora 3D

Lead time = Temps de lliurement

Postponement = Activitat que consisteix en enrederir les activitats d'una cadena de subministrament esperant a la concreció del client

Hub = Part central o principal d'alguna cosa on hi ha més activitat

Mistral = Model de plantilla de l'empresa italiana Roll Line

Smart lab = Centre on es fomenta la innovació i el desenvolupament

Noli = Preu que es paga pel lloguer d'un medi de transport per transportar mercaderies

I+D = Investigació i Desenvolupament

9. Annexos

9.1. Annex A

Taula 1: Quadre comparatiu d'articles científics

Autor i Any	Publicació	Informació
(Paulo Lago Job, 2020)	Universidad de La Laguna	S'explica què és, com funciona la impressió 3D i les seves principals aplicacions i materials utilitzats.
(Shahrubudin et al., 2019)	Procedia Manufacturing	S'expliquen els diferents tipus d'impressió 3D que hi ha i també esmenta els avantatges que aporta junt amb les aplicacions.
(Halassi et al., 2019)	International Journal of Physical Distribution & Logistics Management	S'identifiquen els factors que impulsen als consumidors a acceptar i utilitzar la tecnologia d'impressió 3D per convertir-se en productors. S'explica què són els "supercentres" d'impressió 3D.
(Rogers, 2021)	University of North Dakota	Analitza la viabilitat de la incorporació de la impressió 3D en una possible futura expedició a Mart. Fa una comparació de costos, exposa els avantatges i comenta els canvis que es produeixen en la logística interplanetària.
(Daniela Cubillos Cuéllar, 2019)	Revista Loginn	S'exposen els principals avantatges i desavantatges d'aquesta tecnologia en la logística. Producció en massa, costos de transport, temps d'espera, etc. Es conclou que és innovadora i disruptiva.
(Birtchnell, 2020)	Handbook of Urban Mobilities	Es comenta com les prestacions de la impressió 3D impacten en la logística global. Apareix el concepte de " <i>digital cargo</i> ". Es conclou dient que aquesta tecnologia pot contribuir en la descongestió de les ciutats.
(Quanjin et al., 2020)	Procedia Computer Science	S'explica què és la impressió 4D i les seves diferències respecte la impressió 3D. Es fa una descripció del que són els materials intel·ligents.

(Wieczorek, 2017)	Research in Logistics & Production	Un altre autor que també exposa els impactes que la tecnologia d'impressió 3D en els processos de producció de les empreses actuals. En conclusió, es diu que depenent de la indústria aquesta tecnologia pot substituir o complementar els processos actuals. Es comenta que té potencial, però que també té limitacions que estan frenant la seva adopció.
(Goh et al., 2021)	Artificial Intelligence Review	S'exposen els beneficis que el Machine Learning (ML) pot aportar a la tecnologia de fabricació additiva.
(Hein Christian et al., 2020)	EcoProduction Series	Exposa els principals reptes que presenta la logística humanitària i conclou manifestant la importància de millorar la seva gestió.
(Attaran, 2020)	American Journal of Industrial and Business Management	Explica l'impacte que la impressió 3D ha tingut durant la pandèmia de la COVID-19 degut a la fallida de les cadenes de subministrament en proporcionar els materials en els llocs requerits. Es subratlla la importància de diversificar les cadenes de subministrament actuals, donant suport així al creixement de la indústria d'impressió 3D que ja ha demostrat tenir un impacte positiu.
(Braziotis et al., 2019)	Supply Chain Management	Presenta les configuracions actuals que s'utilitzen a l'hora d'implementar l'ús de la impressió 3D als processos productius de les empreses actuals. Finalitza animant al lector a realitzar investigacions futures sobre el mateix tòpic.
(Kovács G & Falagara Sigala I, 2020)	Journal of Supply Chain Management	S'explica com les ruptures en les cadenes de subministrament humanitàries suposen un gran problema. Es comenta la necessitat d'innovar i l'aportació de noves metodologies per a millorar mentre es parla de la impressió 3D.
(Savonen et al., 2018)	Technologies	Es descriu la construcció d'un model d'impressora 3D capaç de ser utilitzat per organitzacions dedicades a la logística humanitària. Es conclou incentivant a explorar més aquesta tecnologia a partir del model

		presentat degut als beneficis que això pot presentar a la societat.
(Nikitakos et al., 2020)	3D Printing: Applications in Medicine and Surgery	S'exposen dades sobre l'impacte i estructura del sector d'impressió 3D. Es conclou comentant la gran projecció de creixement d'aquesta tecnologia.
(Martínez de Carvajal Hedrich, 2019)	Impresión 3D Guía de referencia	En la seva guia de referència s'explica com funciona la impressió 3D, la seva història, les seves aplicacions, els seus avantatges i inconvenients així com diferents consells i informació per saber com utilitzar-la. A porta una visió general molt completa per a conèixer aquesta tecnologia.
(Panigrahi, 2021)	AMBER – ABBS Management Business and Entrepreneurship Review	Explica la digitalització de la cadena de subministrament amb la impressió 3D. Diu que és qüestió de temps que la indústria logística l'adopti de forma generalitzada.
(Jakšič & Trkman, 2018)	Operations Research Proceedings	Estudia l'impacte/els canvis que suposa l'adopció de la fabricació additiva en la gestió de l'inventari de les peces de recanvi d'un proveïdor. Comenta que falten estudis respecte aquest tema.
(Boon & van Wee, 2018)	Transport Reviews	S'estudia l'impacte de la impressió 3D en el transport. Es comenten els impactes que té en la logística en general i es comenta com pot arribar a ser el futur.
(Winkelhaus & Grosse, 2020)	International Journal of Production Research	Explica què és la indústria 4.0 i s'aporta una imatge de l'estat de l'art en l'àmbit de la investigació del tema. Mostra com la impressió 3D és una de les principals tecnologies protagonistes.
(Gutiérrez López, 2022)	TecnoCampus Mataró, Universitat Pompeu Fabra	Estudia com els armadors que operen als ports espanyols han adaptat les seves flotes per complir amb el nou límit global de sofre. Però el que s'extreu d'aquest treball és l'estructura del propi document i es defineix com a un model a seguir degut a que és un treball dinal de Màster del TecnoCampus.

(Lee et al., 2017)	Applied Materials Today	Aquest treball s'ha utilitzat per veure quins són els materials actuals utilitzats en la fabricació additiva.
(Generalitat de Catalunya, 2019)	Generalitat de Catalunya	Aquest informe presenta l'estructura del sector d'impressió 3D a logística a l'any 2019 donant visibilitat al sector i aportant informació sobre les empreses ubicades a Catalunya.
(Sicilia Fuentes, 2018)	Universitat Politècnica de Catalunya	Aquest treball final de grau analitza com millorar les prestacions de la plantilla d'un patí d'hoquei patins. S'aprofita la recerca que fa l'autor sobre un aspecte d'un esport minoritari i, conseqüentment, poc investigat.
(Trilles Segura, 2021)	TecnoCampus Mataró, Universitat Pompeu Fabra	S'analitza l'impacte que ha tingut la COVID-19 en la indústria naviliera. Entre altres, s'identifica com els nolis han sofert una pujada de preus.
(Meier et al., 2019)	Business Process Management Journal	S'analitza la innovació en l'esport pel que fa a la fabricació additiva. S'extreuen exemples de casos reals. Es conclou dient que la consciència que es té en aquesta indústria sobre la impressió 3D és poca si es compara amb altres com pot ser la aeroespacial. També s'exposa que, tot i que està evolucionant, les restriccions del material i en la producció en massa impedeixen que aquesta tecnologia faci grans canvis en l'esport.
(İyigün et al., 2022)	Accounting, Finance, Sustainability, Governance & Fraud: Theory and Application – Book Series	S'explica el potencial que té la tecnologia d'impressió 3D en la logística i s'aporten justificacions sobre el seu impacte. També es comenta el creixement i les perspectives de futur d'aquesta.
(World Economic Forum, 2020)	World Economic Forum	S'aporten dades reals de l'impacte de la impressió 3D en la societat.

(Vicente Oliva, 2018)	Centro Universitario de la Defensa	S'explica l'evolució de la tecnologia en qüestió i el seu ús en el futur.
(Popescu et al., 2019)	Propósitos y Representaciones	Investiga y estudia de quina manera s'està ensenyant la impressió 3D.
(Harte & Paterson, 2018)	Journal of Hand Therapy	Exposa el procediment utilitzat per a produir, mitjançant la fabricació additiva, guants pels jugadors i jugadores de <i>hurling</i> per tal d'evitar lesions a les mans.
(MILOSEVIC & BOGOVIC, 2018)	Textile and Leather Review	S'explica el procés que s'ha seguit i les especificacions tècniques per a poder arribar a fabricar un protector pel pit pels jugadors i jugadores d'hoquei herba.
(Oh et al., 2020)	Journal of the Korean Society for Precision Engineering	Mostra com dissenyar, per a la seva posterior impressió en 3D, un marc lleuger del trineu dels jugadors d'hoquei gel paralímpic.
(Stott & Ramil, 2014)	Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano, Universidad Politécnica de Madrid	Explica la metodologia específica d'anàlisi de casos d'estudi.

Font: Elaboració propia

9.2. Annex B

Taula 2: Cronograma de treball del segon trimestre

ACCIONS	SETMANES											
	GENER				FEBRER				MARÇ			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Reunió 1		X										
Acabar recerca d'informació				X								
Reunió 2				X								
Acabar marc teòric					X							
Començar a fer enquestes						X						
Reunió 3						X						
Acabar enquestes								X				
Reunió 4								X				
Lliurament memòria intermèdia al tutor									X			
Reunió 5										X		
Aplicació dels canvis necessaris										X		
Preparar presentació memòria intermèdia										X		
Lliurament memòria intermèdia definitiva											X	
Tribunal de seguiment												X

Font: Elaboració pròpia

Taula 2: Cronograma de treball del tercer trimestre

ACCIONS	SETMANES											
	ABRIL				MAIG				JUNY			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Reunió 6	X											
Aplicar comentaris Tribunal		X										
Començar a fer enquestes			X									
Reunió 7				X								
Tractar i analitzar dades recopilades						X						
Reunió 8						X						
Redactar conclusions							X					
Reunió 9								X				
Lliurament memòria final al tutor									X			
Preparar presentació memòria final									X			
Reunió 10									X			
Aplicació dels canvis necessaris										X		
Lliurament memòria final definitiva											X	
Reunió 11											X	
Tribunal final												X

Font: Elaboració pròpia

9.3. Annex C

Enquesta 1

Figura 5: Captura de pantalla de l'enquesta 1



Nom de l'empresa *

És només pels nostres registres inicials

La vostra resposta

1. Tipus de companyia *

- Fabricant de peces 3D
- Fabricant d'impressores 3D
- Desenvolupador de software per a impressores 3D
- Proveidora de serveis d'acabats de peces 3D
- Proveidora de materials per a la impressió 3D
- Consultoria i certificació
- Centre tecnològic i de recerca
- Smart lab
- Altres: _____

2. Quantes impressores 3D utilitza la vostra empresa per produir? *

Respon només amb un número (també pot ser 0)

La vostra resposta

3. D'aquestes indústries, quina o quines fan augmentar més la demanda dels vostres serveis? *

0 és la puntuació més baixa i 5 és la màxima

	0	1	2	3	4	5
Aeroespacial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automoció	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Salut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construcció	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esport	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alimentació	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Moda	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Llar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robòtica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Electrònica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Educació	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Altres	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Quins són els materials amb els que més es treballa *

- Metalls
- Ceràmics
- Polímers
- Compostos
- Smart materials
- Altres

5. Creieu que la indústria de la impressió 3D, en general, està cobrint tots els segments del mercat que actualment pot cobrir? *

- Sí
- No

6. Quins d'aquests factors creieu que són més importants per les empreses quan es plantegen la utilització d'impressores 3D en els seus models de negoci
Esculliu 4 opcions com a màxim *

- Descentralització del procés productiu
- Personalització del producte
- Reducció de la complexitat de la cadena de subministrament
- Postponement
- Canvis en la gestió de l'inventari
- Impressió de peces de recanvi
- Cavis en la "última milla"
- Prototipat, desenvolupament de productes i innovació
- Preocupació pel mediambient

7. Catalunya compta amb un bon ecosistema d'empreses relacionades amb la impressió 3D? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Totalment en desacord ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ Totalment d'acord

8. Quins d'aquests factors poden estimular més el creixement i la introducció de la impressió 3D en els processos productius de les empreses (més enllà del prototipatge)? *

Escolliu 4 opcions com a màxim

- Augment de la velocitat d'impressió
- Reducció dels costos de producció d'una unitat quan es vol produir en massa
- Augment del ventall i l'ús de materials disponibles
- Augment de la mida dels productes que es poden imprimir
- Augment de personal qualificat i amb coneixements per a treballar amb aquesta tecnologia
- Augment d'inversors en el mercat de la impressió 3D
- Augment de la regulació respecte la protecció de patents d'invenió, drets d'autor, etc.
- Reducció del cost de les impressores 3D
- Preocupació pel mediambient
- Altres

9. S'està fent suficient per fomentar més l'ús de la impressió 3D? *

1 2 3 4 5

Gens d'acord ○ ○ ○ ○ ○ Molt d'acord

10. La impressió 3D està guanyant terreny en els processos productius convencionals de les empreses? *

1 2 3 4 5

Gens d'acord Molt d'acord

11. La pandèmia ocasionada per la COVID-19 ha suposat un recés en el desenvolupament/creixement de la vostra activitat de negoci? *

Sí

No

12. Per què?

Explica breument el perquè de la pregunta anterior

La vostra resposta

13. Acord a la situació actual i les perspectives de futur, l'impacte de la impressió 3D en la logística de les empreses augmentarà? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Totalment en desacord Totalment d'acord

14. Hi ha una falta de coneixement, per part de les empreses de les diferents indústries, sobre aquest sector (impressió 3D)? *

1 2 3 4 5

Gens d'acord Molt d'acord

15. En aquest espai podeu aportar qualsevol tipus d'informació addicional que vulgueu afegir a aquesta enquesta. Podeu parlar de qüestions específiques aportant més informació a les vostres respostes o explicar-nos el que vulgueu. Apreciariem molt qualsevol comentari al respecte.

La vostra resposta

Arribat a aquest punt, si no sou una empresa productora de peces 3D podeu finalitzar l'enquesta. Recordeu prémer el botó "envia" situat a la següent pàgina.

Següent

Eborra el formulari



Impacte de la impressió 3D en la logística

 adomenechmu@edu.tecnocampus.cat (no compartit)
[Canvia de compte](#)



Impressió de plantilles dels patins d'hoquei

Aquesta secció està dirigida principalment a les empreses productores de peces 3D

A continuació es mostren exemples de plantilles (formades per la platina i eixos, entre altres peces) utilitzades en els patins d'hoquei patins. Els materials més utilitzats són l'acer, l'alumini i el titani.

Si hi ha preguntes on no sabeu què contestar les podeu deixar en blanc





1. Sense entrar en detalls molt tècnics, creieu que actualment es podrien arribar a produir amb les vostres impressores 3D?

Si voleu veure els detalls tècnics d'una plantilla d'hoquei patins professional (els frens i la suspensió es poden comprar per separat) a continuació s'adjunten dos enllaços que mostren les descripcions de dos exemples reals <https://artisticskating.roll-line.it/wp-content/uploads/2015/04/4-ROLL-LINE-Guide-Mistra1.pdf> i <https://artisticskating.roll-line.it/wp-content/uploads/2015/04/8-ROLL-LINE-Guide-Matrix.pdf>

- Sí
- No

2. Escriviu aquí en el cas que volgueu aportar algun comentari respecte la pregunta anterior. Si heu contestat negativament, expliqueu per quin motiu.

La vostra resposta

3. En cas afirmatiu, suposant que ja es disposés del disseny en 3D, podrieu donar una orientació aproximada del preu que podria costar imprimir dues plantilles (contemplant principalment la platina i els eixos) per a un jugador d'hoquei?

Escriviu un número sense punts, comes ni símbols

La vostra resposta

4. Quant de temps es requeriria?

Escriviu el número aproximat d'hores (es pot utilitzar la coma)

La vostra resposta

5. Qui podria arribar a fer un encàrrec d'aquest estil?

- Jugadors particulars
- Clubs
- Botigues minoristes
- Fabricants de plantilles
- Altres

6. Podrieu arribar a absorbir un encàrrec de 220 plantilles?

- Sí
- No

7. En cas negatiu, per què no?

La vostra resposta

8. Quins inconvenients o desavantatges creieu que presentaria el fet de passar a fabricar aquest producte amb una impressora 3D? Es podria anar més enllà del prototipatge?

La vostra resposta

Aquí podeu afegir els comentaris addicionals que considereu oportuns.

La vostra resposta

Moltes gràcies pel vostre temps

Enrere

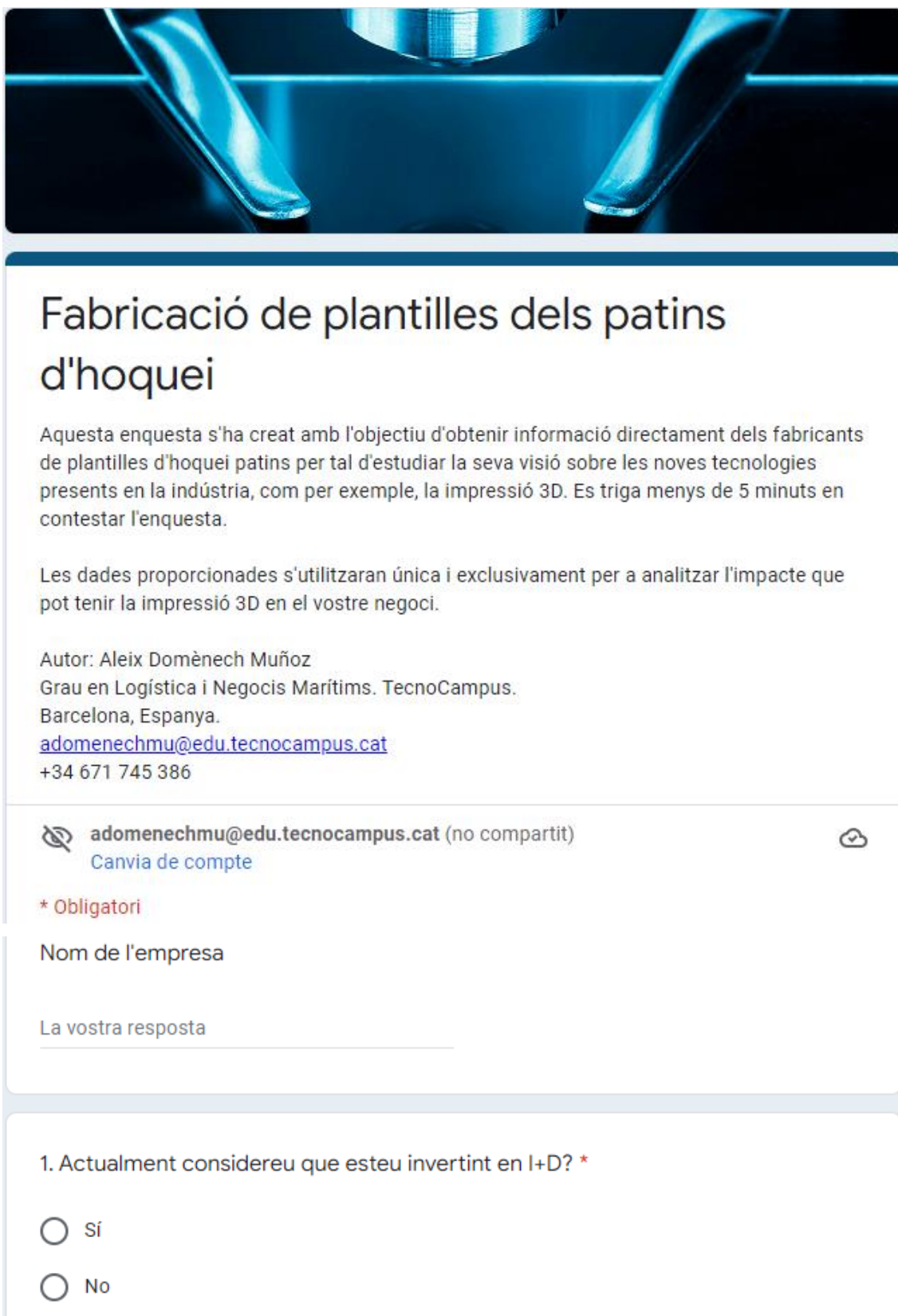
Envia

Esborra el formulari

Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

Enquesta 2 (Versió en català)

Figura 6: Captura de pantalla de l'enquesta 2 (versió en català)





Fabricació de plantilles dels patins d'hoquei

Aquesta enquesta s'ha creat amb l'objectiu d'obtenir informació directament dels fabricants de plantilles d'hoquei patins per tal d'estudiar la seva visió sobre les noves tecnologies presents en la indústria, com per exemple, la impressió 3D. Es triga menys de 5 minuts en contestar l'enquesta.

Les dades proporcionades s'utilitzaran única i exclusivament per a analitzar l'impacte que pot tenir la impressió 3D en el vostre negoci.

Autor: Aleix Domènech Muñoz
Grau en Logística i Negocis Marítims. TecnoCampus.
Barcelona, Espanya.
adomenechmu@edu.tecnocampus.cat
+34 671 745 386

 **adomenechmu@edu.tecnocampus.cat** (no compartit) 
[Canvia de compte](#)

* Obligatori

Nom de l'empresa

La vostra resposta

1. Actualment considereu que esteu invertint en I+D? *

Sí

No

2. Heu sentit a parlar de la impressió 3D? *

- Sí
- No

3. Us heu proposat fer ús d'aquesta tecnologia en algun moment? *

- Sí
- No

4. En cas afirmatiu, per a què la utilitzariu? En cas negatiu, per què no la utilitzariu? *

La vostra resposta

5. Creieu que podrieu utilitzar la tecnologia d'impressió 3D per a produir les plantilles per als patins d'hoquei patins? *

- Sí
- No

6. En cas afirmatiu, per què no ho heu fet ja? En cas negatiu, per què no? *

La vostra resposta

7. Creieu que amb aquesta tecnologia podrieu aportar millores als vostres productes? *

Sí

No

No ho sabem

8. Si fos possible, us agradaria poguer descentralitzar la producció de les vostres plantilles fabricant així més a prop dels vostres clients a través dels serveis oferts per empreses productores de peces 3D? Només haurieu d'enviar el disseny digital i s'eliminarà, entre altres, el transport físic dels vostres productes a les botigues. *

Sí

No

9. Per què? *

La vostra resposta

10. En aquest espai podeu aportar qualsevol tipus d'informació addicional que vulgueu afegir a aquesta enquesta. Podeu parlar de qüestions específiques aportant més informació a les vostres respostes o explicar-nos el que vulgueu. Apreciaríem molt qualsevol comentari al respecte.

La vostra resposta

Moltes gràcies pel vostre temps

Envia [Esborra el formulari](#)

Font: Elaboració pròpia amb Google Forms

Enquesta 2 (versió en italià)

Figura 7: Captura de pantalla de l'enquesta 2 (versió en italià)



Fabbricazione di telai per pattini da hockey su pista

Questo sondaggio è stato creato con l'obiettivo di ottenere informazioni direttamente dai produttori di telai per hockey su pista per analizzare le loro opinioni sulle nuove tecnologie presenti nel settore, come la stampa 3D. Ci vogliono meno di 5 minuti per rispondere.

I dati forniti verranno utilizzati solo ed esclusivamente per analizzare l'impatto che la stampa 3D può avere sulla propria attività.

Autore: Aleix Domènech Muñoz
Laurea in Logistics and Maritime Business. TecnoCampus.
Barcelona, Spain.
adomenechmu@edu.tecnocampus.cat
+34 671 745 386

 **adomenechmu@edu.tecnocampus.cat** (no compartit)
[Canvia de compte](#) 

* **Obligatorii**

Nome dell'azienda

La vostra risposta

1. Stai investendo in Ricerca e sviluppo (R&D)? *

Si

No

2. Hai mai sentito parlare di stampa 3D? *

- Si
- No

3. Hai mai considerato di usare questa tecnologia? *

- Si
- No

4. Se ne hai sentito parlare, per cosa la useresti? Altrimenti, perchè non usarla? *

La vostra risposta

5. Pensi che potresti usare la stampa 3D per produrre i telai per pattini da hockey su pista? *

- Si
- No

6. Se si, perchè non lo hai già fatto? Se no, perchè non usarla? *

La vostra risposta

7. Pensi che con questa tecnologia potresti migliorare i tuoi prodotti? *

- Si
- No
- Non lo so

8. Se fosse possibile, ti piacerebbe decentralizzare la produzione dei telai per pattini da hockey su pista per essere più vicino ai tuoi clienti tramite i servizi offerti dalle aziende che producono con la stampa 3D? Dovresti solamente inviare il design digitale e non sarebbe più necessario il trasporto fisico dei tuoi prodotti ai negozi. *

- Si
- No

9. Perché? *

La vostra risposta

10. Qui puoi aggiungere qualsiasi informazione desideri al sondaggio. Puoi parlare di domande specifiche dando maggiori informazioni o dire qualsiasi cosa. Ogni commento aggiuntivo sarà molto apprezzato.

La vostra risposta

Grazie per il tempo dedicato.

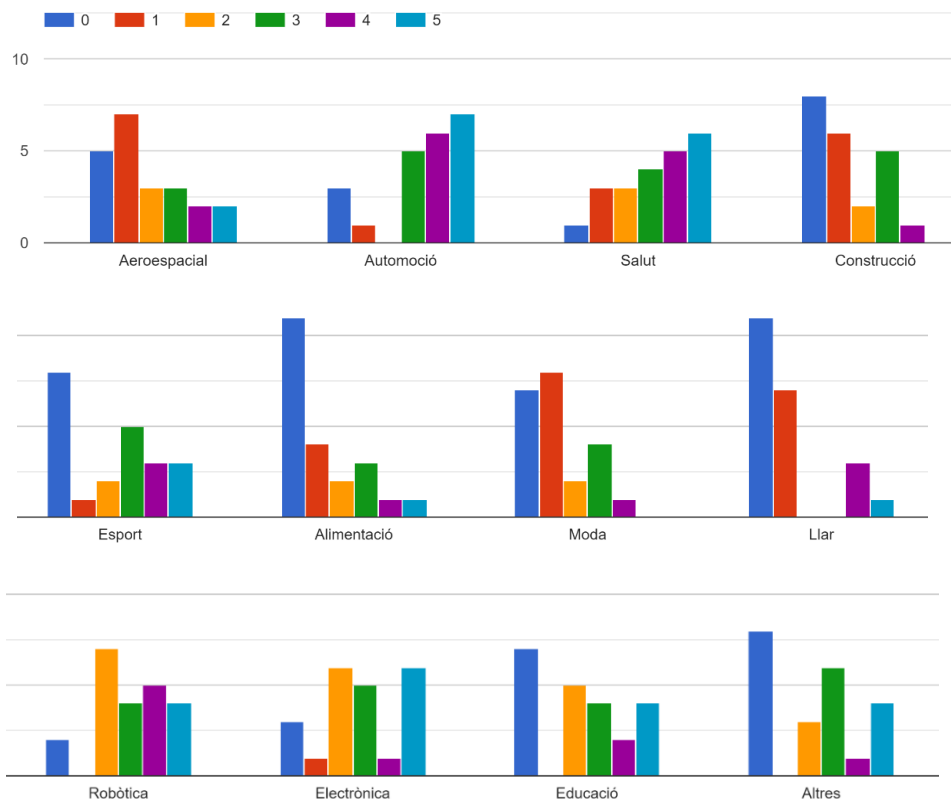
Envia

Esborra el formulari

Font: Elaboració pròpia amb la col·laboració de la companya d'estudis Erica Foco a través de Google Forms

9.4. Annex D

Gràfic 19: Indústries que fan augmentar més la demanda dels serveis de les empreses enquestades



Font: Elaboració pròpia

Taula 3: Respostes a la pregunta número 12 de l'enquesta 1

Per què la pandèmia ocasionada per la COVID-19 ha suposat un recés o no en el desenvolupament/creixement de la vostra activitat de negoci?	
20 respostes	
R1	<i>Ha suposat un impuls ja que el 3D ha arribat a molta més gent per la producció de productes sanitaris</i>
R2	<i>Àsia tancada. Fabricació un situ aquí</i>
R3	<i>X</i>
R4	<i>Al ser una tecnologia que abarca gairebé tots els sectors possibles, no han deixat de sorgir noves oportunitats en les que seguir creixent tot i la crisi ocasionada per la pandèmia.</i>
R5	<i>Perquè venem més o menys el mateix que abans</i>

R6	<i>Durant el confinament va baixar la demanda, però el 2022 ha augmentat (i el 2021 va haver-hi un augment progressiu)</i>
R7	<i>No en la tecnologia 3D en general però sí en la majoria de I + D</i>
R8	<i>brusca parada de la actividad industrial</i>
R9	<i>La major part dels nostres clients han vist la pandèmia com una oportunitat de diversificar i per això han considerat la R+D com una pota fonamental, per la qual cosa no hem vist una reducció de la inversió en els nostres projectes conjunts.</i>
R10	<i>Enfront l Covid-19, el sector de l'impressió 3D va demostrar ser capaç, en qüestió d'hores, d'adaptar-se per donar resposta a una necessitat fins al moment inexistent. És un bon exemple de com aquesta indústria pot donar solucions als clients de manera ràpida.</i>
R11	<i>Esta relacionat pel sector en que treballem</i>
R12	<i>El sector salut de productes a mida té una demanda creixent</i>
R13	<i>Parada de vendes, òptics sobretot a l'expectativa</i>
R14	<i>A comienzo de pandemia la impresión 3D ha sido la respuesta más inmediata a la necesidad de protecciones (mascarillas, abre-puertas) y respiradores</i>
R15	<i>Menys activitat industrial</i>
R16	<i>Covid ha generat problemes a la cadena de subministrament i això ha generat que moltes empreses mirin cap a la impressió3d com a solució</i>
R17	<i>Descenso y paralización de proyectos</i>
R18	<i>La COVID-19 va afectar a la cadena de subministrament i encara es va fer més palesa la necessitat de descentralitzar els processos productius.</i>
R19	<i>S'han aturat inversions i les empreses no estan en moment de comprar impresores 3D</i>
R20	<i>En molts casos va augmentar l'ús d'aquestes tecnologies davant la complexitat que susposava importar cert components desde l'extrager com podría ser Xina</i>

Font: Elaboració pròpia

Taula 4: Respostes a la pregunta número 15 de l'enquesta 1

<p>En aquest espai podeu aportar qualsevol tipus d'informació addicional que vulgueu afegir a aquesta enquesta. Podeu parlar de qüestions específiques aportant més informació a les vostres respostes o explicar-nos el que vulgueu. Apreciaríem molt qualsevol comentari al respecte.</p>	
<p>5 respostes</p>	
R1	<p><i>La impressió 3D, com qualsevol tecnologia de fabricació, té el seu lloc en la indústria i no és senzill saber quan és la tecnologia òptima, per això calen empreses expertes que disposin de diverses opcions per oferir la més adequada en cada cas.</i></p>
R2	<p>https://www.asorcad.es/blog/una-escultura-de-victor-ochoa-impresa-en-3d-es-el-escenario-de-la-opera-elektra/</p>
R3	<p><i>El futur del planeta passa per una producció més local i el 3D és clau en la eliminació de problemes logístics. El mercat està encara molt immadur però no hi ha dubte que la següent revolució industrial (la indústria 4.0) té com a fonaments la impressió 3D.</i></p>
R4	<p><i>La fabricació additiva no acabarà amb els processos productius convencionals, sinó més aviat seran complementaris. S'ha d'aplicar de manera lògica la tecnologia més adient en cada cas pràctic.</i></p>
R5	<p><i>Falta tecnologia made on spain dalt valor afegit</i></p>

Font: Elaboració pròpia

9.5. Annex E

Taula 5: Respostes a la pregunta número 2 de la segona secció de l'enquesta 1

<p>Escriviu aquí en el cas que volgueu aportar algun comentari respecte la pregunta anterior. Si heu contestat negativament, expliqueu per quin motiu.</p>	
9 respostes	
R1	<i>Les peces de metall fabricades per impressió les fem en col·laboració amb altres empreses. Fem peces de metal per fundició.</i>
R2	<i>Pero no será rentable. Será caro. Hay que estudiar que ventajas aprotaría, fuera de la reducción de peso.</i>
R3	<i>Ja s'està treballant amb tots els metalls anteriorment descrits.</i>
R4	<p><i>Amb el disseny actual sempre serà mes car . S'ha de validar molt bé a nivell estructural pot ser es pot reduir el pes de la base</i></p> <p><i>Aplicació difícil i extrema</i></p> <p><i>Requereix post procés</i></p> <p><i>Pot ser es pot fet amb plastic reforçat amb fibra de carboni</i></p>
R5	<i>Principalment peces metàl·liques i no tenim recursos propis per produir.</i>
R6	<i>En plàstic es podria, depenent de la mida, però en metall nosaltres no</i>
R7	<i>Es poden produir en 3D metalls pero sería carísim i no crec que aportí valor</i>
R8	<i>Nomes amb tecnologia de metal o fibres rigides</i>
R9	<i>Podries fer el prototip en impressora 3d inclús un model funcional en Nylon o similar pero no el producte final</i>

Font: Elaboració propia

Taula 6: Respostes a la pregunta número 3 de la segona secció de l'enquesta 1

<p>En cas afirmatiu, suposant que ja es disposés del disseny en 3D, podríeu donar una orientació aproximada del preu que podria costar imprimir dues plantilles (contemplant principalment la platina i els eixos) per a un jugador d'hoquei?</p>
--

9 respostes	
R1	<i>Alrededor de los 3.000€</i>
R2	<i>No, seria massa imprecís.</i>
R3	<i>En Multi jet fusion depèn de les unitats per bucket (+unitats --> -cost) per una sola aprox 300</i>
R4	<i>Mes de 1500 euros segur</i>
R5	<i>450</i>
R6	<i>Si</i>
R7	<i>Sobre els 100€</i>
R8	<i>Mira a Sculpteo pero uns 1000€?</i>
R9	<i>150</i>

Font: Elaboració pròpia

Taula 7: Respostes a la pregunta número 4 de la segona secció de l'enquesta 1

Quant de temps es requeriria?	
7 respostes	
R1	<i>unos 15 días</i>
R2	<i>15h + sinteritzat (5h)</i>
R3	<i>48 h</i>
R4	<i>Entre 2 i 4 setmanes si el disseny està validat estructuralment</i>
R5	<i>24</i>
R6	<i>Depen del model 3D</i>
R7	<i>36</i>

Font: Elaboració pròpia

Taula 8: Respostes a la pregunta número 7 de la segona secció de l'enquesta 1

En cas negatiu, per què no?	
5 respostes	
R1	<i>Si es metall NO , si es plastic reforçat si</i>
R2	<i>Manca de temps</i>
R3	<i>no tenim la tecnologia</i>
R4	<i>No sería rentable. La producción en serie, es mejor por medios tradicionales. Este trabajo bloquearía mucho tiempo la maquina y dejaríamos de atender a las necesidades habituales de nuestro clientes.</i>
R5	<i>Encara estem en fase experimental amb metall. La fase de producció ha d'esperar 1 any.</i>

Font: Elaboració pròpia

Taula 9: Respostes a la pregunta número 8 de la segona secció de l'enquesta 1

Quins inconvenients o desavantatges creieu que presentaria el fet de passar a fabricar aquest producte amb una impressora 3D? Es podria anar més enllà del prototipatge?	
11 respostes	
R1	<i>Augment del cost per peca sense aportar valor, modificacions necessaries al disseny, post procés posterior complex</i>
R2	<i>Si no es fa un canvi de disseny amb aportacions , copia la geometria sempre serà mes cara</i> <i>S'ha de fer un concepte diferent</i>
R3	<i>Amb les impressores de plàstic, impossible</i>
R4	<i>El preu. La forma no sembla molt complexa per tant, a primer cop de vista, sembla millor fabricar les peces amb altres tecnologies</i>
R5	<i>Sí però cal testejar diferents materials</i>
R6	<i>un cost molt elevat i baixa producció</i>

R7	<i>Cap inconvenient. Es poden personalitzar</i>
R8	<i>Preu / peça, clarament</i>
R9	<i>Requeriments mecànics</i>
R10	<i>Fuera del prototipo, la rentabilidad no sería interesante para producciones en serie.</i>
R11	<i>I tant, però cal temps.</i>

Font: Elaboració pròpia

Taula 10: Respostes a la última pregunta oberta de la segona secció de l'enquesta 1

En cas negatiu, per què no?	
4 respostes	
R1	<i>Requereix un projecte de validació complexa</i>
R2	<i>La impressió en metall encara és cara i sobretot surt a compte amb geometries complicades que no es podiren fabricar amb mètodes convencionals.</i>
R3	<i>Espinilleres si que es un producte que fabriquem en 3d</i>
R4	<i>Esto ya se está comercializando, además del escaneado de la pierna del deportista para que se adapten perfectamente.</i>

Font: Elaboració pròpia

9.6. Annex F

Taula 11: Respostes a la pregunta número 4 de l'enquesta 2

En cas afirmatiu, per a què la utilitzariu? En cas negatiu, per què no la utilitzariu?		
2 respostes		
	Resposta en versió original (italià)	Resposta traduïda (català)
R1	AL MOMENTO NON SIAMO INTERESSATI ALL'UTILIZZO	ACTUALMENT NO ESTEM INTERESSATS EN EL SEU ÚS
R2	<i>facciamo parti di metallo, non credo la plastica vada bene</i>	<i>fem peces metàl·liques, no crec que el plàstic vagi bé</i>

Font: Elaboració pròpia

Taula 12: Respostes a la pregunta número 6 de l'enquesta 2

En cas afirmatiu, per què no ho heu fet ja? En cas negatiu, per què no?		
2 respostes		
	Resposta en versió original (italià)	Resposta traduïda (català)
R1	AL MOMENTO NON SIAMO INTERESSATI	ACTUALMENT NO ESTEM INTERESSATS
R2	<i>non penso possa resistere</i>	<i>no crec que pugui resistir</i>

Font: Elaboració pròpia

Taula 13: Respostes a la pregunta número 9 de l'enquesta 2

Per què?
2 respostes

	Resposta en versió original (italià)	Resposta traduïda (català)
R1	<i>SIAMO UNA REALTÀ TROPPO PICCOLA</i>	<i>SOM UNA COMPANYIA PETITA</i>
R2	<i>abbiamo sempre prodotto made in italy</i>	<i>sempre hem produït "fet a Itàlia"</i>

Font: Elaboració pròpia

9.7. Annex G

Taula 14: Informe de canvis realitzats respecte de la memòria intermèdia

INFORME DE CANVIS REALITZATS
Rellevància científica del tema a investigar
S'ha millorat la justificació de la rellevància científica a partir de la incorporació de més estudis que mostren estadístiques i quantifiquen l'impacte d'aquesta tecnologia.
Antecedents – Marc teòric
<p>S'ha afegit més informació d'estudis que relacionen la impressió 3D amb l'esport en l'apartat "2.2.1. <i>La impressió 3D i l'esport</i>", a l'hora que també s'ha afegit material fotogràfic de suport per a facilitar i recolzar la lectura i la comprensió. Això s'ha fet per complementar l'anàlisi del marc teòric amb l'àmbit esportiu ja que és el que s'analitza amb el cas d'estudi.</p> <p>S'ha revisat i rectificat la manera en que estaven referenciats certs autors en el text.</p> <p>S'ha incorporat l'apartat "2.5. <i>Conclusions marc teòric</i>".</p> <p>S'han traslladat els apartats que estaven inclosos en aquesta secció "5.2. <i>Visió general de l'ecosistema de la impressió 3D a Catalunya</i>" i "5.3. <i>Cas d'estudi</i>" a la part empírica del treball per millorar el fil conductor i la comprensió per part del lector.</p>
Preguntes de recerca/objectius
<p>S'ha modificat el títol del treball per circumscriure'l més a l'àmbit d'aplicació real i perquè concordi més amb l'objectiu principal. D'aquesta manera s'especifica més el contingut del treball des d'un principi i es segueix la mateixa finalitat; millorar el fil conductor. (Títol antic: Impacte de la impressió 3D en la logística → Títol modificat: Impacte de la impressió 3D en la logística - Cas d'estudi: Impressió 3D de les plantilles dels jugadors d'hoquei patins de la Parlem Ok Lliga).</p> <p>S'ha reduït el nombre d'objectius. Abans n'hi havia 4 i ara n'hi ha 2. D'aquesta manera es delimita més i s'especifica millor l'estudi.</p>
Metodologia

S'ha complementat la metodologia existent amb la metodologia específica d'anàlisi de casos d'estudi i s'ha justificat el per què un cas d'estudi es suficient en aquest treball.

S'han editat algunes preguntes de les enquestes.

S'ha traduït l'enquesta 2 a l'italià i incorporat a Annexos.

Treball empíric

Per aquesta última entrega s'ha desenvolupat tot el treball empíric de manera que s'han dut a terme totes les enquestes i s'han analitzat les respostes obtingudes per a donar resposta als objectius plantejats. A més a més, s'han incorporat els apartats 5.2. i 5.3. comentats anteriorment per complementar l'anàlisi.

S'ha afegit més material fotogràfic de suport per facilitar la comprensió al lector.

Conclusions

S'han elaborat les conclusions generals del treball.

Font: Elaboració pròpia