



APROFUNDIMENT

IMPRESSIÓ 3D



TENDÈNCIES, REPTES, OPORTUNITATS I POSICIONAMENT



PRESENTACIÓ DE LA MONOGRAFIA

La irrupció de la impressió 3D és considerada com una de les fites tecnològiques més importants de la revolució 4.0. Sota el principi de fabricació “capa a capa” i gràcies a la combinació amb altres tecnologies digitals (com el disseny 3D o l’escanejat), la fabricació additiva ha sigut clau en els darrers anys en l’evolució dels processos de creació, millora, prototipat i fabricació de producte arreu del món. La facilitat per a passar d’una representació digital d’un element a un producte fabricat ha instat al desenvolupament, en poc temps, d’una xarxa de proveïdors de maquinària i de serveis d’impressió 3D que ha apropat aquesta tecnologia al mercat, fent-la accessible tant en l’àmbit domèstic com empresarial, a organitzacions de totes les grandàries.

No obstant això, si bé és cert que les organitzacions consideren que la impressió 3D afegeix un gran dinamisme als processos de creació - desenvolupant i millorant la qualitat de fabricació de productes en molts sectors-, no és realista pensar que aquesta nova tecnologia ha nascut per a substituir les tecnologies de fabricació anteriors. Abans de considerar la seva escalabilitat, existeixen diferents reptes als quals les institucions han de fer front, particularment respecte a la reproducció no controlada i els efectes en la propietat industrial i intel·lectual que implica l’ús d’aquesta tecnologia.

Aquest informe té com a objectiu reflexionar sobre la irrupció de la impressió 3D al territori català i en concret a l’àrea metropolitana, el seu ecosistema i les seves perspectives, així com els reptes que se’n deriven.

TENDÈNCIES
REPTES
OPORTUNITATS
TROP
POSICIONAMENT

ÍNDEX

Presentació de la monografia | 3 |

1. Definició | 4 |

2. El mercat de la Impressió 3D | 5 |

3. Principals *hubs* al món | 6 |

L'ecosistema català i les organitzacions a l'àrea metropolitana

L'impacte en l'ocupació

4. Aplicació a les organitzacions | 9 |

5. Aplicacions segons sectors | 10 |

6. Tendències i reptes | 11 |

7. Casos i aplicacions pràctiques | 12 |

7.1. 3D Factory Incubator, la 1^a incubadora europea de projectes d'impressió 3D

7.2. El parc tecnològic d'innovació en impressió 3D d'HP més gran d'Europa

7.3. Desenvolupament col·laboratiu i comunitats *makers* semi-professionals

7.4. La ciutat d'Eindhoven i l'impuls de la construcció additiva d'habitatges

7.5. La indústria alimentària i els avantatges que aporta la fabricació additiva

7.6. L'impuls del Regne Unit per liderar la impressió 3D

8. Repercussió i aplicabilitat a l'AMB | 19 |

9. Bibliografia | 20 |



DEFINICIÓ

La impressió 3D, també coneguda com a fabricació additiva -especialment en l'àmbit industrial-, fa referència al **conjunt de tecnologies que permeten crear objectes volumètrics a partir de models digitals**. El procés es vehicula a partir d'impressores 3D que depositen **diferents materials -generalment per capes-**, i el **consoliden amb diferents tecnologies** fins a obtenir un element o producte final.



Principals passos del procés d'impressió 3D



Existeixen 7 tecnologies, amb diferents processos i materials de fabricació [1], [2]

1

Fused Deposition Modelling - és el model més conegut. Les capes es formen per la fusió, extrusió i posterior solidificació de material plàstic mitjançant un capçal.



- ▶ Materials: Termoplàstics
- ▶ Principals aplicacions: Prototips amb acabats senzills

Material jetting. Similar al funcionament de les impressores 2D, utilitza tecnologia de "goteig segons demanda". La llum ultraviolada solidifica les capes creades.



- ▶ Materials: Resines, metalls o cera
- ▶ Principals aplicacions: Prototips amb alt detall i precisió

2

Powder bed fusion. Les capes es formen gràcies a la fusió de petites partícules de pols, obtenint alta rigidesa dels elements fabricats.



- ▶ Materials: Plàstics o metall
- ▶ Principals aplicacions: Possibilitat d'aplicació en gairebé tots els àmbits

Sheet lamination. Procés de laminació en el qual capes ultrafines de material s'enganxen entre elles alternant capes d'adhesiu i es tallen per tal de donar-li la forma definitiva.



- ▶ Materials: Paper, metall laminat
- ▶ Principals aplicacions: Creació d'objectes no funcionals, atesa la rapidesa i baix cost de fabricació

3

Direct energy deposition. Similar a una soldadura, utilitza energia tèrmica mitjançant un braç robòtic o un sistema d'eixos amb capçal que permeten fondre i fusionar el material projectat.



- ▶ Materials: Metalls
- ▶ Principals aplicacions: Prototips o reparació d'eines i components aeroespacials, defensa o automoció

Binder jetting. Utilitza material en pols i un agent de fixació per crear les diferents capes de l'element.



- ▶ Materials: Metall en pols, ceràmica o vidre
- ▶ Principals aplicacions: Estètiques/ d'arquitectura. A causa de la fragilitat del producte no té aplicacions genèriques

4

VAT Photopolymerisation. Utilitza líquid partint de la deposició de capes de resina sota la acció de llum ultraviolada. Ideal per a produir peces de gran detall i superfícies suaus.



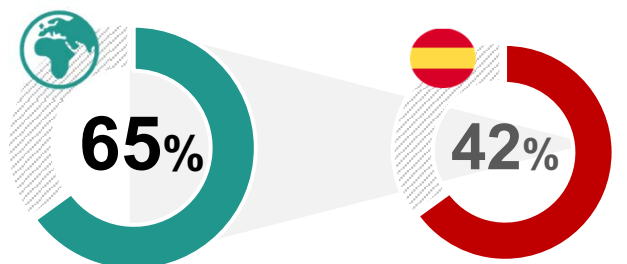
- ▶ Materials: Resines fotosensibles
- ▶ Principals aplicacions: Mèdiques, joieries i motlles d'injecció

Font: Elaboració pròpia a partir de [1] i [2]

El mercat de la impressió 3D

L'evolució del mercat

- La primera impressora 3D sorgeix a mitjans dels anys 80. Charles W. Hull va patentar un sistema de manufactura additiva l'any 1986. Immediatament després va fundar 3D Systems, empresa que actualment es situa entre els principals fabricants mundials.
- No obstant això, el creixement exponencial experimentat per aquesta nova tecnologia ha tingut lloc en els darrers anys, passant d'un ús eminentment particular a un creixement de les seves aplicacions industrials.



de les empreses ja utilitzen aquesta tecnologia arreu del món en algun dels seus processos...

A Espanya, l'aplicació és més reduïda

... tot i que només el 24% de la indústria global en feia ús l'any 2016.



* Segons un estudi realitzat per la consultora PwC l'any 2019 [3]

- Entre els factors que han contribuït a l'expansió de la impressió 3D es troben:



La disponibilitat de nous materials (+200) que permeten majors funcionalitats dels elements produïts.



L'increment d'aplicacions d'aquesta tecnologia al conjunt de sectors, més enllà del prototipatge.



El venciment de les patents que protegeixen algunes tecnologies, que han aprofitat a universitats i petites empreses aquesta tecnologia.

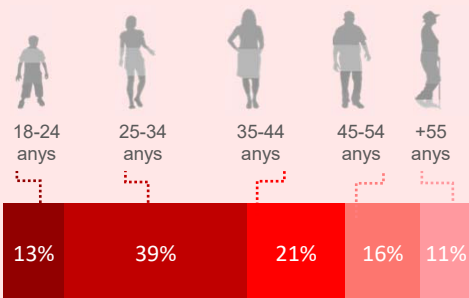


L'increment d'eines per al disseny accessible des d'internet, ha impulsat el seu ús domèstic i la creació d'una àmplia comunitat maker.

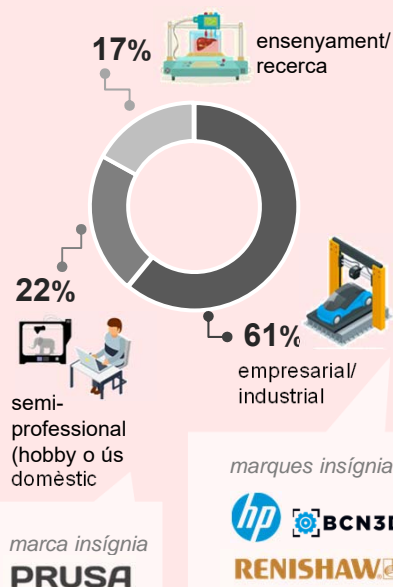
ELS SEUS USUARIS [4]



EDAT



TIPOLOGIA D'ÚS





Principals hubs al món

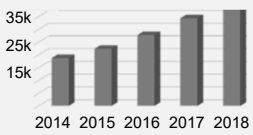
FACTURACIÓ 2019

14.500M \$

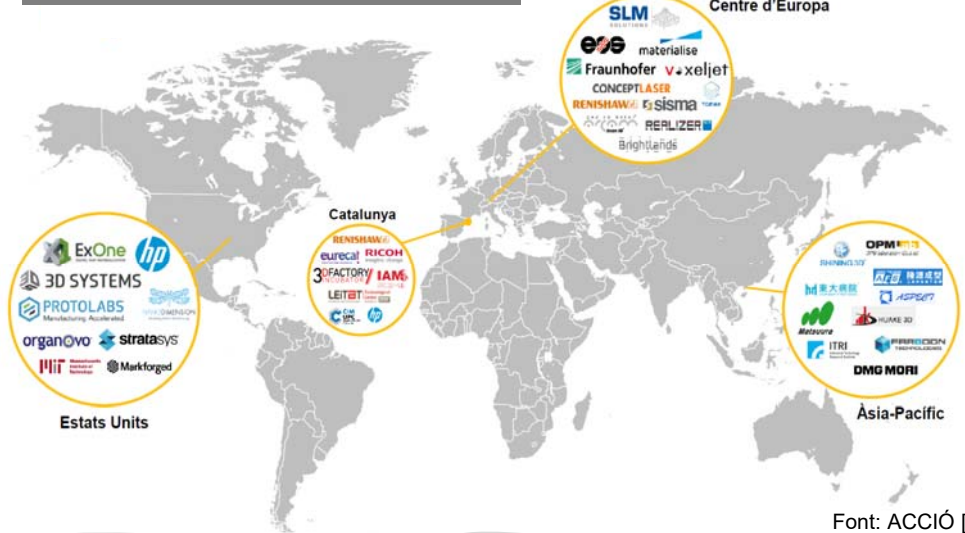
pronòstic 2021 [5]

↑ 45%

PATENTS [2]

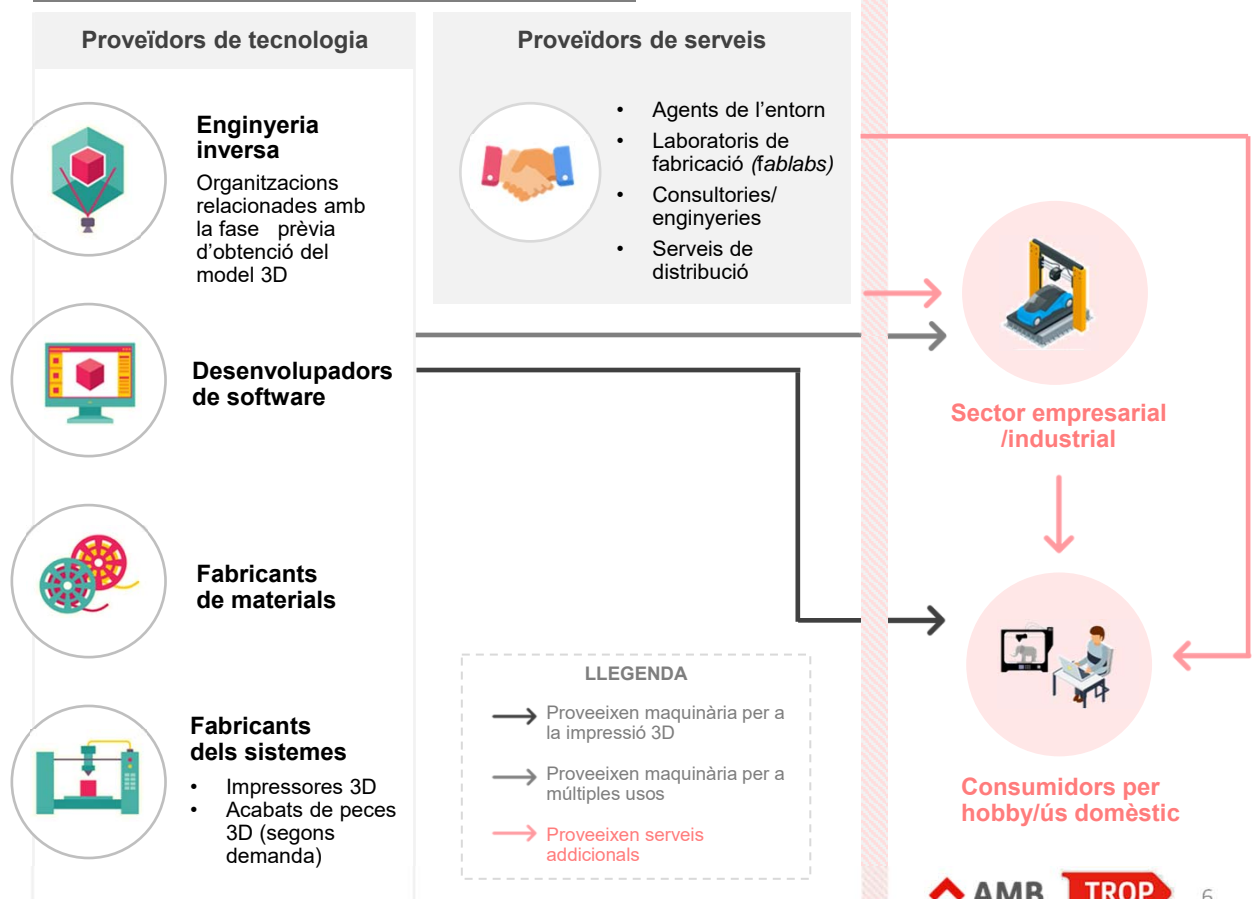


Principals hubs al món



Font: ACCIÓ [2]

Organitzacions implicades a la cadena de valor



L'ecosistema català



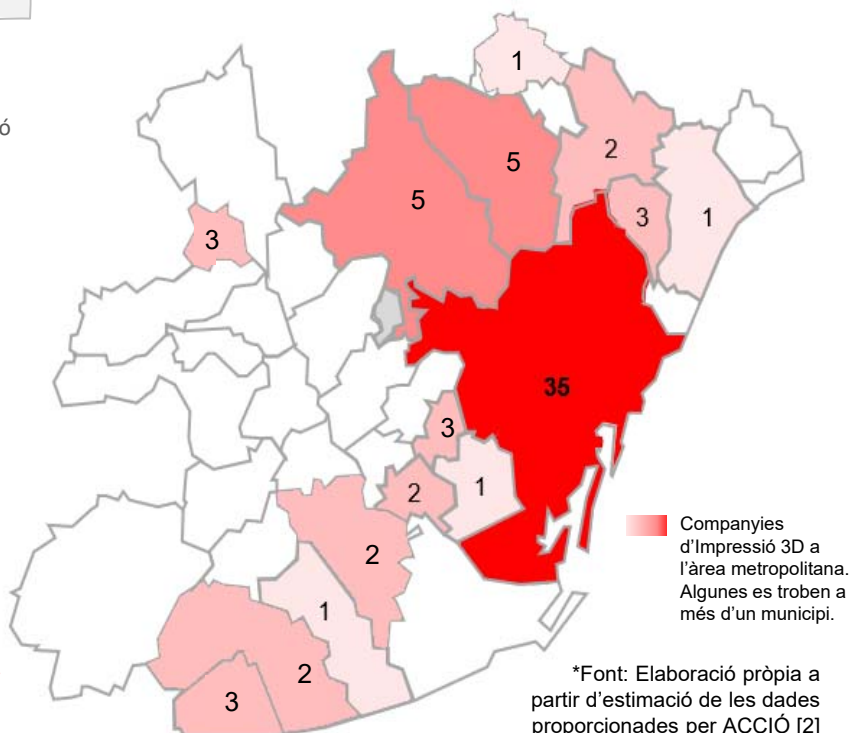
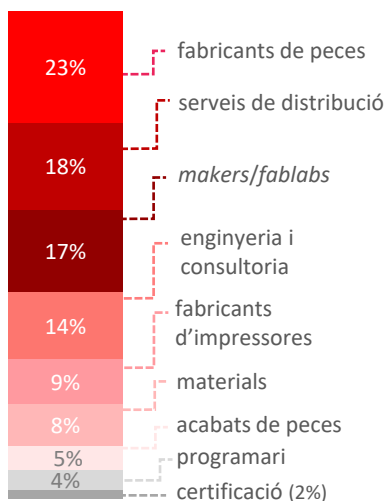
118
empreses a Catalunya*

- 96% de les empreses són PIMES
- 36% tenen menys de 10 anys
- 35% són exportadores

325 M€
directament vinculats
a la impressió 3D

Empreses a l'àrea metropolitana

TIPOLOGIA D'EMPRESES



66 empreses a l'àrea metropolitana*

*Font: Elaboració pròpia a partir d'estimació de les dades proporcionades per ACCIÓ [2]

- **El 53% de les companyies vinculades a la impressió 3D localitzades a l'àrea metropolitana es concentren a Barcelona.** Les 35 empreses instal·lades a la ciutat comtal representen les diferents baules de la cadena de valor del sector.
- **Sant Cugat i Cerdanyola compten amb 5 empreses respectivament,** convertint-se en municipis tractors de tecnologia additiva en l'àmbit metropolità.
 - ▶ A Sant Cugat, destaca l'elevada presència d'empreses fabricants d'impressores
 - ▶ A Cerdanyola es situen al voltant del campus tecnològic de la UAB agents del conjunt de la cadena (des d'empreses proveïdores de materials, fabricants d'impressores, organitzacions de certificació i de consultoria)
- Els municipis de **Castelldefels, Cornellà i Sant Andreu de la Barca** compten amb tres empreses relacionades amb el sector 3D. En els tres municipis almenys una d'entre elles busca impulsar la comunitat *maker* i els laboratoris d'innovació al voltant d'aquesta nova tecnologia.



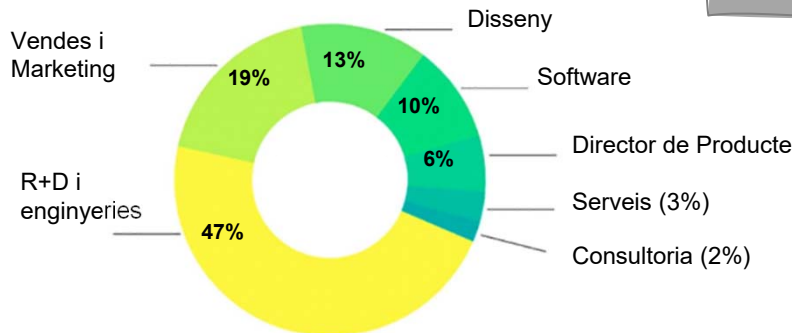
L'impacte en l'ocupació

L'impacte de la impressió 3D en l'ocupació és encara moderat però presenta una tendència creixent; i és que cada cop són més els professionals que comencen a treballar amb aquestes noves tecnologies.

En termes d'ocupació, això es tradueix en una transformació dels perfils professionals existents i en la creació de nous perfils professionals, tant en l'ús industrial com semiprofessional. En aquest sentit, l'emprenedoria i l'autoocupació prenen cada cop més rellevància en un sector que ja és tendència al mercat.

1.321
treballadors
empleats a
Catalunya (2019)

Perfils professionals



* estimació realitzada per I-AMdigital dels perfils de la indústria a Espanya [6]

Nous perfils associats a la impressió 3D [7]

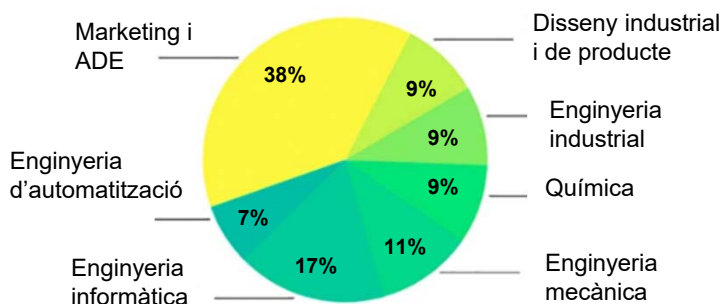
- ▶ Tècnic de manteniment d'impressores 3D
- ▶ Consultor en impressió 3D
- ▶ Treballadors en fablabs o espais de co-creació
- ▶ Treballador en una fabshop

Universitats i centres formatius amb especialització en impressió 3D



Formació d'origen dels professionals

- El *background* formatiu dels professionals que treballen en la indústria 3D són **principalment industrials o enginyers**
- Compten amb un alt grau d'**experiència** i d'**especialització**



* Font: I-AMdigital [6]

COMPETÈNCIES CLAU EN IMPRESSIÓ 3D [7]

- **TIC i CAD** – són les eines necessàries per a dissenyar i imprimir en 3D
- **Materials** – resulta necessari conèixer les característiques i compatibilitats d'aquests per obtenir els acabats desitjats
- **Procés** – cal decidir la idoneïtat de la tecnologia per conèixer la seva tolerància i els acabats necessaris

El grau de coneixement i el nivell d'especialització requerit en cada camp dependrà de la tipologia d'organització i de la seva posició en la cadena de valor

Aplicació a les organitzacions

Avantatges de la tecnologia i visió de les organitzacions



TRANSVERSALITAT.

La impressió 3D obre múltiples oportunitats per a empreses i emprenedors, independentment del seu sector d'activitat, des de l'àmbit de la producció al seu ús en prototips.

"COMPTEM AMB PROCESSOS D'R+D+i MÉS RÀPIDS I EFICIENTS, ESPECIALMENT EN PROTOTIPATGE"



54% (2019)
↑ 16 punts (2016)



PROXIMITAT.

La possibilitat de fabricar components o productes de km 0 redueix no només la petjada de carboni, sinó també els costos logístics, contraient considerablement els costos de producció dels productes fabricats.

"REDUIM COSTOS LOGÍSTICS, DE TRANSPORT, D'INVENTARI I DE FABRICACIÓ"

"SOM MÉS EFICIENTS EN ELS SERVEIS POSTVENDA EN FER ÚS DE LA FABRICACIÓ ADDITIVA PER A LA PRODUCCIÓ DE COMPONENTS"



53-6% (2019)
↑ +30 punts (2016)



VALOR AFEGIT.

Permet fabricar geometries tridimensionals complexes (que no seria possible fabricar amb altres tecnologies) o utilitzar materials o estructures més lleugeres, reduint el nombre de peces necessàries per a la fabricació d'un element.



FLEXIBILITAT I PERSONALITZACIÓ.

Tant pel que fa la mida com als materials que s'utilitzen, permeten ajustar la fabricació o canvis de disseny de manera ràpida i responen a la tendència creixent de customització dels productes.

"FABRIQUEM PRODUCTES QUE S'ADAPTEN MILLOR ALS REQUISITS DELS NOSTRES CLIENTS"



56% (2019)
↑ 13 punts (2016)



AGILITAT.

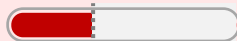
La reducció del *time to market*, permet agilitzar no només els processos de disseny i desenvolupament de producte, sinó també el temps de fabricació (one-step-process) i millorar-ne l'eficiència del servei postventa gràcies a la producció de proximitat.

"MILLOREM ELS PROCESSOS DE FABRICACIÓ INCORPORANT MOTLLES I COMPONENTS 3D "



48% (2019)
↑ +16 punts (2016)

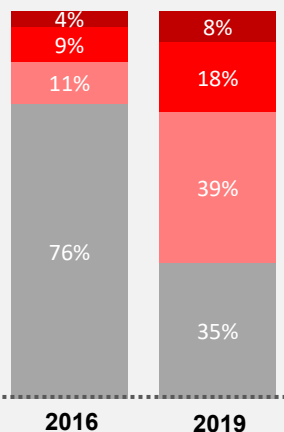
"FABRIQUEM PRODUCTES MÉS COMPLEXOS, QUE NO FEIEM ABANS"



34% (2019)
↑ 25 punts (2016)

Una tecnologia a l'alça

Nivells de maduresa de les organitzacions



NIVELL 1. Sense experiència

La Direcció no coneix la tecnologia (o és baixa). L'organització ha considerat eventualment la seva implantació.

NIVELL 2. En fase experimental

La Direcció ha començat a invertir en la tecnologia, testejant-la internament o amb proveïdors, però no existeixen processos implementats.

NIVELL 3. Lideratge en certs departaments

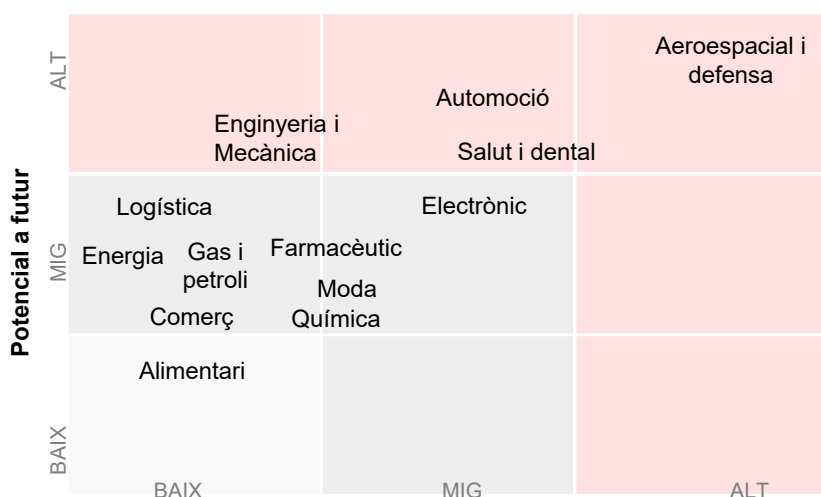
La Direcció ha apostat per aquesta tecnologia en alguns departaments, que compten amb sistemes propis o col·laboracions fermes.

NIVELL 4. Aplicació estratègica

La fabricació additiva està integrada en la cultura d'empresa. L'organització compta amb tecnologia i existeixen dades sobre els guanys en eficiència d'aquesta tecnologia.




Aplicacions segons sectors

Principals aplicacions de la tecnologia en l'àmbit industrial



- La tecnologia 3D ja compta amb una **alta aplicació en matèria aeroespacial i de defensa**. Segons dades d'EY, el 78% de les empreses del sector ja utilitzen la fabricació additiva en el seu dia a dia.
- **Els avanços en tecnologia de materials seran claus** en el potencial que pot tenir la tecnologia en els diferents sectors.
- **El metall i el polímer són els materials més utilitzats** en l'entorn industrial en l'actualitat. L'ús de ceràmica i materials orgànics estan en alça.

Potencial actual de la tecnologia

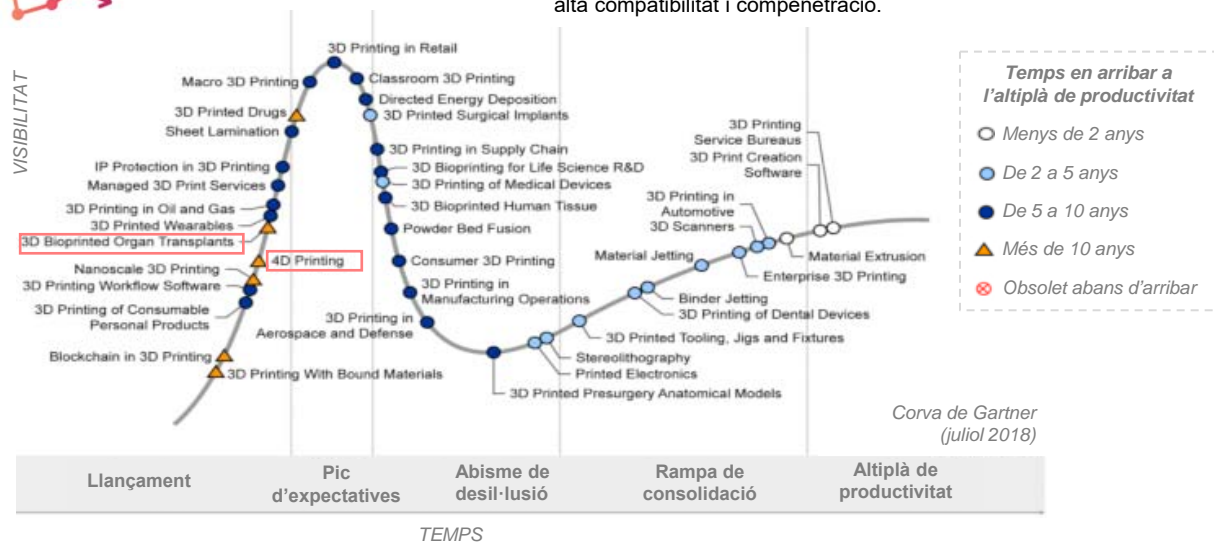
AERO-ESPACIAL 	Peces singulars de pes reduït	Optimització de components únics	Estructures d'ales d'avió i altres parts grans	Impressió funcional a l'espai	Ús estès de la fabricació additiva de parts		
AUTOMOCIÓ 	Disseny i prototipatge	Parts finals de gamma alta	Impacte substancial en la cadena de valor	Peces descatalogades o poc comuns	Personalització de vehicles de gamma alta	Personalització de tots els vehicles	
SALUT 	Instruments mèdics millorats	Implants dentals	Models pre-quirúrgics	Pròtesis	Impressió de teixits i vasos sanguinis	Impressió de medicaments personalitzats	Bio-impressió (impressió d'òrgans i teixits complexos)
ENGINYERIA i MECÀNICA 	Peces funcionals de plàstic i metall	Motlles i utillatges	Prototipatge	Electrònica integrada en els productes	Fabricació híbrida: additiva i subtractiva	Fabricació final multimaterial i d'alts volums	
CONSTRUCCIÓ 	Fomigó pre-fabricat	Fab-labs	Infraestructures prefabricades	Peces ceràmiques de geometries complexes	Cases pre-fabricades	Fab cities	

Tendències i reptes



TENDÈNCIES

La impressió 3D no és una tecnologia aïllada, sinó que s'emmarca dins d'un corrent de proliferació de noves tecnologies digitals amb alta compatibilitat i compenetració.



BIO-IMPRESSIÓ 3D. Consisteix a produir teixits orgànics en 3D gràcies a bio-tinta o cèl·lules vives, produint teixits molt similars als del cos humà.

IMPRESSIÓ 4D. Recorre a les impressores 3D per crear objectes tridimensionals vius sense cables ni circuits. Ho fa utilitzant materials intel·ligents que poden programar-se per canviar de forma, color o grandària quan reben un estímul extern (humitat, llum, temperatura, etc.).

REPTES



ALTS COSTOS D'INVERSIÓ.

El 90% de les organitzacions que inverteixen en fabricació additiva identifiquen com a fre a les seves inversions els elevats costos dels materials i dels sistemes requerits per a la seva implementació.



MANCA DE CONEIXEMENT I KNOW-HOW INTERN.

La indústria també identifica com a factor limitador el coneixement sobre les possibilitats d'aquesta tecnologia, que requereix en molts casos el reciclatge formatiu dels treballadors.



LIMITACIONS TÈCNIQUES.

Pel que fa a la mida dels productes (36%) o el material que s'utilitza (21%). La qualitat del producte final també es posa en dubte, en ser limitades les certificacions.



MANCA DE REGULACIÓ.

Són molts els experts que qüestionen que el marc legislatiu actual estigui preparat per fer front als reptes que es deriven de la impressió 3D. A continuació se'n detallen els principals.

- **Propietat intel·lectual i industrial.** La naturalesa dels arxius 3D no està definida de manera unívoca i per tant no queda clar en quina mesura els actuals instruments que protegeixen les noves creacions (patents, drets d'autor o marques registrades) afecten la impressió 3D. En aquest sentit, cal garantir que la impressió 3D no democratitzi la generació de rèpliques ni suposi un increment de les falsificacions.
- **Responsabilitat civil.** En cas de fallada o de danys, cal comptar amb un procediment clar per garantir la traçabilitat i identificar el responsable de la seva reparació, entre els múltiples actors implicats en la cadena de valor (dissenyador de software/de l'arxiu 3D, fabricant de la impressora/dels materials i/o l'usuari), especialment en aquells àmbits que l'extensió pot tenir efectes en la seguretat privada (impressió d'armes, ...).

CASOS I APLICACIONS PRÀCTIQUES



CAS 1

La primera incubadora europea de projectes d'impressió 3D

El Consorci de la Zona Franca ha impulsat, en col·laboració amb LEITAT, la instal·lació d'un espai d'incubació de projectes 3D pioner, on compartir bones pràctiques entre els nous actors del sector.



CAS 2

Parc tecnològic d'innovació en impressió 3D a Sant Cugat

La multinacional americana *HP* ha apostat per la seva seu a Sant Cugat per obrir un dels centres de referència mundials d'investigació en impressió 3D. Es tracta del centre més gran d'R+D fora d'EEUU.



CAS 3

Desenvolupament col·laboratiu i comunitats *makers*

La impressió 3D semiprofessional guanya cada cop més rellevància impulsant l'aparició de *prosumers* i comunitats que realitzen models d'impressió 3D com a hobby, a preus assequibles per la comunitat.



3DPRINTEDHOUSE

CAS 4

L'impuls de la construcció additiva d'habitatges

La ciutat d'Eindhoven en el marc de la col·laboració entre diferents agents públics i privats, ha iniciat un projecte de construcció d'habitatge a gran escala mitjançant la tecnologia additiva.



CAS 5

La indústria alimentària i els avantatges de la impressió 3D

Diferents companyies del sector de l'alimentació i la restauració estan optant per la Impressió 3D, com a eina per crear nous aliments des d'una òptica innovadora i sostenible.



CAS 6

L'impuls del Regne Unit per liderar la impressió 3D

El sector de la impressió 3D guanya cada cop més rellevància a escala econòmica i d'innovació. És per això que el govern britànic ha elaborat un esborrany estratègic per consolidar-se com un dels països punters en el sector.

- Any d'implantació: 2019
- Iniciativa público-privada
- Temàtica: Startups i centres d'incubació 3D
- Abast d'actuació: Barcelona

DESCRIPCIÓ DE LA INICIATIVA

La primera incubadora europea de projectes d'impressió 3D

Inaugurada el passat mes de febrer i impulsada pel Consorci de la Zona Franca en col·laboració amb la fundació LEITAT, la 3D *Factory Incubator* és la primera incubadora d'alta tecnologia d'impressió 3D a Europa. La iniciativa, co-finançada pels Fons Europeus de Desenvolupament Regional (FEDER) en el marc del Programa Operatiu Plurirregional d'Espanya 2014-2020, és tota una aposta del Consorci per impulsar l'ús de noves tecnologies en entorns industrials i per atraure emprenedors al voltant del polígon industrial [10].

L'espai ha comptat amb una inversió inicial de 3 milions d'euros –que té previst augmentar a 100 en els pròxims anys-, i disposa de moment de sis tecnologies diferents d'impressió 3D, quatre impressores petites així com d'equips de meteorologia, de postprocessament, de control de qualitat i *software* de disseny, els quals ja han generat aquest any més de 100.000 peces.

El complex també inclou una àrea de despatxos i de diferents espais *coworking*, amb l'objectiu d'atraure emprenedors, *startups* i *spin-offs* del sector [11].



Principals serveis del complex



600M² D'ESPAI I INCUBACIÓ

Àrees d'impressió 3D, espais *co-working* i sales de reunions i oficines privades



TECNOLOGIA I INNOVACIÓ

Disposició de la tecnologia més avançada, així com de personal especialitzat



MÀRQUETING I PROJECCIÓ

Participació en els actes comercials i internacionals de la incubadora



CERTIFICACIÓ I TESTING

Validació de les parts manufacturades en el procés

Empreses instal·lades

Actualment, un total de 34 empreses (7 internacionals i 27 espanyoles) es troben instal·lades a la incubadora representant un total de 25 projectes empresarials.

Les companyies instal·lades treballen amb iniciatives d'àmbits com els béns de consum i d'equip, salut, mobilitat, consultoria, tecnologies de la informació, química i logística.

L'objectiu del CZF és arribar a incubar +100 empreses i projectes empresarials en els pròxims 5 anys [11] [12].



Amb seu a Rubí, s'especialitzen en l'ús de robots per a l'automatització industrial.



Amb seu a Barcelona, treballa per trobar solucions disruptives l'àmbit de la salut.



La multi-nacional HP també hi ha instal·lat un equip d'R+D

LESSONS LEARNT

L'establiment de la primera gran incubadora d'impressió 3D a la Zona Franca suposa una oportunitat per a l'àrea metropolitana en la consolidació del territori com una de les capitals europees en innovació tecnològica.



- **Any d'implantació:** 2019
- **Iniciativa privada**
- **Temàtica:** Recerca i desenvolupament 3D
- **Abast d'actuació:** Sant Cugat del Vallès

DESCRIPCIÓ DE LA INICIATIVA

Parc tecnològic d'innovació en impressió 3D a Sant Cugat

Aquest 2019, la multinacional *Hewlett Packard (HP)* ha instal·lat el seu nou centre d'excel·lència d'Impressió 3D i Fabricació Digital a Sant Cugat del Vallès. Es tracta del major centre d'R+D de la marca fora dels Estats Units i el més gran de la indústria del 3D. La presència d'una àrea d'investigació d'aquestes característiques suposa un impuls del sector en el territori metropolità i una clara aposta de l'organització pel territori català.

Característiques del centre

El nou edifici, ubicat en les instal·lacions actuals d'*HP* a Sant Cugat del Vallès, neix amb l'objectiu de convertir-se en un centre de referència internacional.

La marca ha apostat per concebre en un mateix espai laboratoris i oficines dels enginyers, facilitant la interacció constant per a un desenvolupament de producte més àgil. El centre també busca impulsar la col·laboració amb els 25 espais de referència en R+D de la marca d'arreu del món, per atendre les demandes dels clients de manera global [13].



Més de **14.000 m²** d'instal·lacions, dels quals 4.500 estan destinats a laboratoris



750 investigadors i enginyers treballant en un mateix espai



Innovació centrada en entorns industrials per a la fabricació additiva de plàstics i metalls



Tasques de coordinació de 25 centres de demostració d'aplicacions d'*HP* en l'àmbit mundial



2.300 treballadors de més de 60 països, amb un centenar de patents anuals

Solucions industrials desenvolupades

El centre s'especialitza en el desenvolupament d'innovacions industrials per a la fabricació additiva de plàstics i metalls, aplicables al sector aeroespacial, de béns de consum i electrònica, educació, salut, indústria i mobilitat.

Els elements desenvolupats inclouen des de prototips per als diferents sectors, peces per a la millora/optimització dels processos de fabricació (millorant els temps de muntatge, el cost i el rendiment) fins a productes finals totalment personalitzats.

El centre també treballa en l'elaboració de recursos educatius que permetin formar a futurs estudiants en les aplicabilitats i funcionalitat de la Impressió 3D amb l'objectiu de convertir-se en una escola de talent de la indústria [14].



LESSONS LEARNT

La impressió 3D és un habilitador tecnològic clau de la 4^a revolució industrial. En aquest sentit el centre és una aposta de la companyia no només per la innovació tecnològica al territori metropolità sinó per la transformació de la indústria, el creixement econòmic i la creació d'ocupació de qualitat.



- **Any d'implantació:** Dècada del 2010
- **Iniciativa privada**
- **Temàtica:** Impressió 3D semi-professional
- **Abast d'actuació:** Barcelona i Global

DESCRIPCIÓ DE LA INICIATIVA

Desenvolupament col·laboratiu i comunitats *makers* semi-professionals

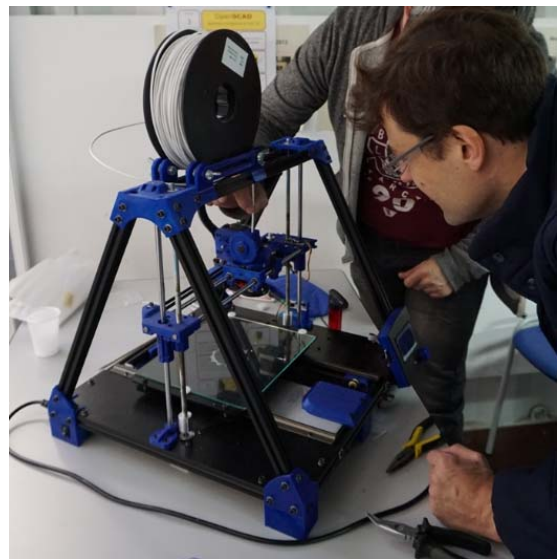
L'auge del DIY (Do It Yourself) i del desenvolupament col·laboratiu ha impulsat en els darrers anys el desenvolupament d'una de les comunitats *makers* més actives del món: la de la impressió 3D. L'apropament d'aquesta nova tecnologia a l'àmbit domèstic (o semi-professional) és possible gràcies a usuaris de tot el món disposats a compartir el seu coneixement per produir models i prototips.

Comunitats *makers* a l'àrea metropolitana

Barcelona concentra la majoria d'espais *makers* del territori metropolità. Concebutos com a entorns de fabricació i creació, estan equipats amb màquines de fabricació digital de codi obert que es posen a disposició dels usuaris de la comunitat. Els espais també solen oferir formació específica de la maquinària i tallers de capacitació i assessorament pels nou-vinguts [15].

La seva missió és doncs doble:

- Difondre la tecnologia i els avantatges de la fabricació localitzada i personalitzada
- Consolidar la comunitat, impulsant reunions i tallers col·laboratius que potenciïn la co-creació, compartint coneixements i recolzant els projectes impulsats



Comunitats *makers* a la xarxa

La comunitat també compta amb un ampli suport a la xarxa. Un gran nombre de plataformes posen a disposició dels usuaris models d'impressió 3D de manera gratuïta o a preus raonables *Thingiverse* i *Cults* són dels més destacats.

Thingiverse

[Thingiverse](#) és el repositori més utilitzat i de referència per la comunitat maker d'impressió 3D. La plataforma **pertany al grup de fabricants Makerbot**, és completament oberta i compta amb **+3 milions de membres** i **+1,5M de dissenys** disponibles sota la llicència GNU (*General Public License* o *Creative Commons Licenses*). En ella s'hi comparteixen no només dissenys, sinó tota mena d'instruccions i explicacions que detallen les millors tècniques i materials per cada impressió. També permet als usuaris deixar un feedback per cada disseny.

Cults.

A diferència de Thingiverse, [Cults 3D](#) és una **plataforma independent** i un dels principals punts de trobada entre els *makers* de la fabricació additiva. La pàgina també ofereix una biblioteca de models 3D, on el 70% dels fitxers que es comparteixen són gratuïts. Com a element diferenciador també permet posar en contacte usuaris i dissenyadors pel disseny d'elements **sota-demanda**, així com **finançar els dissenys més elaborats** venent-los mitjançant la mateixa plataforma a preus ajustats. El portal s'emporta un 20% de comissió per cobrir els costos de les transaccions.

LESSONS LEARNT

El naixement d'una comunitat *maker* al voltant de la fabricació additiva és tot un exemple de col·laboració en l'àmbit semi-professional. El naixement d'espais (físics o virtuals) que apropen la impressió 3D a qualsevol usuari amb interès en la tecnologia ofereix la possibilitat de distribuir la producció en mans de persones, comunitats i nous centres de producció flexibles a les ciutats, impulsant la democratització d'aquesta tecnologia.

- Any d'implantació: 2019
- Iniciativa público-privada
- Temàtica: Impressió 3D en l'habitatge
- Abast d'actuació: Eindhoven (Holanda)

DESCRIPCIÓ DE LA INICIATIVA

Construcció d'habitatge a gran escala amb impressió 3D

En els últims anys la proliferació de tecnologies d'impressió 3D ha tingut com a conseqüència un augment de la transversalitat de les seves aplicacions. Als Països Baixos, autoritats públiques i privades estan treballant per la construcció d'habitatges mitjançant aquesta tecnologia.

El projecte *Milestone*

La ciutat holandesa d'Eindhoven, en un esforç pioner per impulsar la construcció d'habitatge amb tecnologia 3D en col·laboració amb agents público-privats, ha impulsat una prova pilot per fer ús de tecnologies additives en la construcció d'habitatges a la ciutat.

Les entitats han invertit en una primera fase 650.000€ en el projecte que pren el nom de *Milestone*. La inversió de moment inclou el preu de la impressora i el temps dels investigadors; els costos d'impressió per habitatge encara no s'han fet públics.

Tot i que els habitatges projectats es llogaran al mercat lliure, el municipi està convençut que aquesta nova tecnologia canviarà en els pròxims anys les regles del joc del sector millorant-ne la qualitat, el cost i el temps emprat en la construcció. L'ús de tecnologies i de materials més sostenibles que els de la construcció tradicional i la possibilitat d'emprar el material estructuralment necessari ajudarà a reduir la petjada de carboni del sector*.

El govern municipal creu que aquesta tecnologia pot ajudar a la ciutat a construir els 700.000 habitatges que el municipi necessita pel 2025, tot i que admeten que encara existeixen reptes pel que respecta als permisos de construcció i als certificats de seguretat que cal demanar a aquestes construccions. El que és clar és que encara tenen un alt procés d'aprenentatge per davant.

Des del 2014, companyies xineses i americanes com Winsun o Icon treballen en l'ús de tecnologia additiva en el sector de la construcció amb preus d'entre 4.000 i 5.000\$ per llar. La inversió en aquest camp del sector públic, en canvi, havia estat fins ara inexistent [16].

*L'ús de formigó suposa el 5% de les emissions de gasos d'efecte hivernacle en tot el món



ENTITATS PARTICIPANTS



Habitatges 3D a l'Estat Espanyol

L'any passat, l'startup valenciana *Be-More-3D*, creada per 4 estudiants graduats en Enginyeria de l'Edificació, va presentar la primera llar construïda a Espanya mitjançant tecnologia 3D. La impressora pot construir habitatges de 70m² en un total de 10 hores amb un preu de 55.000€, reduint els costos de construcció en un 35% i millorant la petjada ambiental de la construcció [17].

LESSONS LEARNT

L'ús de tecnologies additives pot ajudar a millorar els processos de construcció d'habitatges i els seus reptes, reduint-ne els terminis i millorant-ne la qualitat i la sostenibilitat. El municipi d'Eindhoven també considera les possibilitats de la tecnologia a mitjà termini, com a solució per garantir l'accés a l'habitatge a la població. El repte és convèncer als ens locals perquè inverteixin i apostin en l'ús d'aquestes noves tecnologies.



- **Any d'implantació:** Dècada del 2010
- **Iniciativa privada**
- **Temàtica:** Impressió 3D en l'alimentació
- **Abast d'actuació:** Global

DESCRIPCIÓ DE LA INICIATIVA

La indústria alimentària i la impressió 3D per la sostenibilitat

En els darrers anys han aparegut diverses iniciatives que han aplicat la tecnologia additiva en el sector alimentari, millorant-ne la proposta de valor i la sostenibilitat.

PRINCIPALS APLICACIONS



CUINA LÚDICA I DE DISSENY

Permet millorar la decoració dels plats, incorporant-hi imatges o inscripcions, així com la creació d'aliments amb formes complexes



PERSONALITZACIÓ

Facilita l'adaptació de les diferents creacions culinàries a col·lectius concrets, adaptant-ne les textures (a persones grans/infants) o millorant-ne la qualitat nutricional (al·lèrgies, intoleràncies, etc.)



SOSTENIBILITAT

La impressió 3D fa innecessari els animals com a font per obtenir aliments, evitant els efectes de la contaminació de la indústria càrnica



EXPERIMENTACIÓ

Organismes com els laboratoris de la NASA o el MIT ja treballen en com adaptar, p.e., l'alimentació a condicions aeroespacials

- **La xocolata i el sucre són els productes més utilitzats** en les impressores, degut a la facilitat en què passen d'un estat líquid al sòlid en refredar-se.
- **L'ús de masses de microalgues, en alça**, gràcies al seu elevat potencial.
- Les grans organitzacions ja treballen per incorporar aquesta tecnologia en les seves línies de negoci. Tanmateix, **el sector de la restauració és el gran innovador**.
- A Espanya, la **plataforma Shapeat** busca, de manera innovadora, posar en contacte diferents actors del sector interessats per la tecnologia.

L'ús de la impressió 3D en la lluita contra el malbaratament

El sector pesquer europeu descarta el 20% de la biomassa del peix una vegada processat. Els caps, intestins, pell, etc. es llencen per a finalitzar el seu cicle de vida en abocadors o es reaprofiten fora de la cadena de gran consum.

Amb l'objectiu d'aprofitar la totalitat del peix pescat, el **centre de recerca islandès Matís** ha desenvolupat, en col·laboració amb diversos xefs, **plats i snacks elaborats a partir d'impressió 3D que prenen com a matèria primera parts del peix tradicionalment malbaratades** per al consum humà. El centre aconsegueix reintroduir així el producte a la cadena donant-li una forma més atractiva per al seu consum. L'startup Natural Machines és l'empresa que es troba rere la comercialització de les impressores 3D [19].



LESSONS LEARNT

L'aparició de la impressió 3D en el sector de l'alimentació ja és una realitat que pot capgirar completament la gestió de la producció i dels residus, així com el procés d'elaboració dels productes, millorant-ne l'aparença i qualitat nutricional.

- Any d'implantació: 2018
- Iniciativa pública
- Temàtica: Regulació de la impressió 3D
- Abast d'actuació: Regne Unit

DESCRIPCIÓ DE LA INICIATIVA

El rol de la iniciativa pública en la impressió 3D

El govern del Regne Unit va impulsar l'any 2018 un esborrany estratègic per assentar una estratègia de país en l'àmbit de la impressió 3D en un horitzó de cinc anys. La creixent importància del sector en termes econòmics i d'innovació pel país ha impulsat a les autoritats a identificar 10 eixos d'actuació amb l'objectiu de consolidar-se com una de les nacions punteres en l'aplicació d'aquesta nova tecnologia.

L'estratègia és fruit d'un estudi realitzat per *Additive Manufacturing UK*, una organització independent secundada pel govern, i és el **resultat d'un procés de diagnosi i participació** no només amb experts sinó amb el conjunt d'agents de l'ecosistema del país. El document és tota una **"declaració d'intencions" del país** i una eina que mostra l'aposta institucional per liderar aquesta tecnologia.

El document s'articula entorn a deu eixos d'acció que es centren en tres temàtiques clau [20].

- ▶ **La tecnologia.** L'informe recomana identificar les barreres tecnològiques i de mercat que limitin el seu desenvolupament, desenvolupar estàndards (tècniques/ materials/ processos d'inspecció) per garantir la qualitat dels elements produïts i continuar realitzant diagnòs del mercat per identificar els avantatges, els reptes i l'impacte del sector
- ▶ **La formació** és el segon vèrtex del document, en el que es recomana ampliar l'oferta de programes de formació 3D i apostar pel desenvolupament d'una xarxa d'experts que garanteixi la transferència tecnològica.
- ▶ **I el suport institucional** a la indústria, mitjançant la conscienciació de les organitzacions dels avantatges competitiu de la tecnologia, la creació de la infraestructura necessària per impulsar la comercialització i l'increment tant del finançament públic com de l'atracció de capital que permeti potenciar la investigació i la innovació en el sector.

DIAGNOSI INICIAL EFECTUADA

(+) IMPACTE CREIXENT DE LA FABRICACIÓ ADDITIVA EN LA INDÚSTRIA

	2015	2025 (E)
FACTURACIÓ	235M £	+3.500M £
LLOCS DE TREBALL	5.000	60.000

(-) FACTORS LIMITADORS IDENTIFICATS

Manca de recursos, coneixement o confiança en l'aplicació de les tecnologies additives com a part integral del procés de producció, especialment en el cas de les PIME's.



RECOMANACIONS

IMPULS D'UNA ESTRATÈGIA
entorn a **10 eixos d'acció**

+

↑ **FINANÇAMENT PÚBLIC en 225M £**
en els pròxims cinc anys

La propietat industrial i intel·lectual

Tot i que l'estratègia no fa èmfasi en els reptes normatius de la tecnologia, el govern britànic va publicar el mateix any un informe tècnic sobre els reptes de la impressió 3D en la propietat intel·lectual i industrial en el qual recomanaven certes directrius a partir d'un *benchmark* de normatives internacionals [21].

Des del Parlament de la UE també s'ha començat a treballar en aquest sentit. L'any passat es va aprovar una resolució amb l'objectiu de garantir la traçabilitat de les impressores 3D en el que es requereix registrar en cada impressió l'objecte imprès i els participants en la seva elaboració (creadors de software, fabricants d'impressores 3D, proveïdors de les matèries primeres, usuari i qualsevol altre intermediari). La mesura busca anticipar-se al sorgiment de falsificacions fraudulentament de certs productes [22].

LESSONS LEARNT

L'aposta de les administracions per aquesta tecnologia queda latent en les primeres iniciatives a Europa per liderar-ne la comercialització. No obstant és important tenir en compte tant les oportunitats com els reptes que se'n deriven, establint marcs reguladors clars i garantistes que protegeixen els drets d'autor i evitin males pràctiques i falsificacions de certs productes.



Repercussió i aplicabilitat a l'AMB

La impressió 3D és una de les tecnologies centrals de la nova indústria 4.0. El seu **mercat no ha deixat de créixer en els últims anys, disparant les expectatives dels seus usuaris i enfebrant tots els sectors**. Des de sabates que s'adapten a la forma exacta de cada peu, pròtesis a mida, fins a cases que es construeixen en hores, són alguns exemples dels molts usos que aquesta tecnologia permet i que li auguren un creixement exponencial.

Els seus avantatges són considerats tant pel seu ús domèstic (semi-professional), com per les aplicacions més industrials. Entre les principals virtuts es troben:

- L'impacte medi-ambiental de la tecnologia en termes de reciclatge, reutilització i reparació de materials
- La reducció de barreres per a la creació i difusió d'informació de dissenys de fabricació
- La disminució de barreres econòmiques lligades al desenvolupament i fabricació de productes
- L'alta complementarietat amb altres tecnologies que, partint d'un disseny 3D, permeten desenvolupar creacions i productes qualitius a una gran velocitat, adequant-los a cada ús i obrint la porta a la personalització massiva dels productes

En definitiva, un increment de la capacitat i llibertat a l'hora d'afrontar processos de creació i millora de productes de manera revolucionàriament sostenible.

Respecte a l'impacte en l'ocupació, aquest és encara moderat però indiscutible. L'emprenedoria i l'autoocupació prenen cada cop més rellevància en un sector on el consumidor passa a ser a la vegada productor i consumidor (**prosumer**) i en el que compta amb el suport d'una important **comunitat maker**. L'impacte també es tradueix tant en la **transformació de perfils professionals existents** en diversos sectors, com en la **creació de nous perfils professionals** lligats al manteniment i el desenvolupament del potencial de la fabricació additiva.

I si bé és cert que l'entorn institucional i l'ecosistema català lligat a la impressió 3D afavoreixen la manufactura additiva com a sector de futur, **molts experts encara qüestionen que el marc legislatiu estigui preparat per fer front als reptes i les incerteses de l'ús d'aquesta tecnologia.**

En aquest sentit, **l'AMB té l'oportunitat de convertir-se en un agent catalitzador de l'impuls d'aquesta tecnologia als municipis metropolitans, atesa les seves competències en minimització de residus i control ambiental, impulsant:**

- **La intervenció del legislador i l'actualització del marc legislatiu vigent** per garantir l'autoria i l'adaptació de l'entorn a les noves realitats de la fabricació digital. En aquest sentit resulta fonamental esclarir les incerteses relatives a la propietat intel·lectual i industrial i al conjunt d'instruments que protegeixen les noves creacions, sense que aquesta regulació afecti la innovació, ni la col·laboració entre actors de l'ecosistema. També és important comptar amb procediments clars, que garanteixin la traçabilitat i permetin identificar els responsables civils en cas de potencials danys o efectes en la seguretat privada.
- **La formació disponible sobre els nous usos i les aplicacions de la fabricació additiva.** En aquest sentit esdevé fonamental estimular tant l'aprenentatge dins l'empresa com la formació professional i les especialitzacions post-universitàries per tal de donar solució al factor limitador que identifiquen gran part de les empreses usuàries d'aquesta tecnologia sobre la manca de coneixement i *know-how* intern dels treballadors.
- **L'R+D a la indústria i el rol dels centres de recerca i d'investigació per solucionar les limitacions tècniques** identificades a l'hora d'imprimir productes, tant en relació amb els materials que poden utilitzar-se, com en la mida dels productes finals o el software disponible per a les màquines 3D.
- **La col·laboració entre municipis i la creació d'una estratègia d'impressió 3D metropolitana,** que identifiqui les potencialitats de la indústria al territori i els principals eixos d'acció a impulsar en l'àmbit local en els pròxims anys.



Bibliografía

- [1] COTEC, Impresión 3D y propiedad Industrial e intelectual (2017), [en línea]. Disponible a: https://cotec.es/media/IMPRESI%C3%93N-3D-Y-PROPIEDAD-INDUSTRIAL-E-INTELECUTAL_COTEC.pdf
- [2] ACCIÓ, el 3D Printing a Catalunya (2019), [en línea]. Disponible a: https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/3D_printing_pindola
- [3] PWC, 3D printing: hype or game changer? (2019), [en línea]. Disponible a: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/advisory/ey-3d-printing-game-changer.pdf
- [4] SCULPTEO, The State of 3D Printing (2019), [en línea]. Disponible a: <https://www.sculpteo.com/info/the-state-of-3d-printing-report>
- [5] STATISTA, 3D printing market size worldwide from 2013 to 2021 (2018), [en línea]. Disponible a: <https://www.statista.com/statistics/796237/worldwide-forecast-growth-3d-printing-market/>
- [6] I-AMdigital, El mercado de talentos de la impresión 3D en España (2019), [en línea]. Disponible a: <https://www.interempresas.net/Fabricacion-aditiva/Articulos/251885-El-mercado-de-talentos-de-la-impresion-3D-en-Espana.html>
- [7] Barcelona Activa, Impacte i potencial de la impressió 3D en l'ocupació (2015), [en línea]. Disponible a: https://treball.barcelonactiva.cat/porta22/images/cat/Barcelona_Treball_Ocupacio_Impressio_3D_1015_CAT_tcm9-40488.pdf
- [8] EY, Global 3D Printing Report 2016 (2016), [en línea]. Disponible a: <https://www.ey.com/es/es/home/ey-global-3d-printing-report-2016>
- [9] 3Dnatives, Gartner Hype Cycle 3D printing predictions (2019), [en línea]. Disponible a: <https://www.3dnatives.com/en/gartner-hype-cycle-3dprintingpredictions-150120194/>
- [10] VIA EMPRESA, Barcelona reinventa la impressió 3D d'Europa (2019), [en línea]. Disponible a: https://www.viaempresa.cat/economia/consorzi-zona-franca-barcelona-impresio-3d-europa_208489_102.html?utm_source=butlleti&utm_medium=butlleti-tarda&utm_campaign=butlleti-tarda-2019-02-11
- [11] 3D Factory Incubator, Home (2019), [en línea]. Disponible a: <https://www.dfactorybcn.org/>
- [12] Eje Prime, HP pide voz en la Zona Franca (2019), [en línea]. Disponible a: <https://www.ejeprime.com/oficinas/hp-pide-voz-en-la-zona-franca-negocia-su-entrada-en-el-hub-de-impresion-3d-del-consorci.html>
- [13] Interempresas, Sant Cugat acoge el nuevo Centro de Excelencia de Impresión 3D y Fabricación Digital de HP (2019), [en línea]. Disponible a: <https://www.interempresas.net/Fabricacion-aditiva/Articulos/247937-Sant-Cugat-acoge-el-nuevo-Centro-de-Excelencia-de-Impresion-3D-y-Fabricacion-Digital-de-HP.html>
- [14] HP, Soluciones de Impresión 3D (2019), [en línea]. Disponible a: <https://www8.hp.com/es/es/printers/3d-printers/resources/case-studies-resources.html#filters=f1-1>
- [15] Xataka, Cómo iniciarse en el mundo de la impresión 3D: lo que recomiendan los expertos (2019), [en línea]. Disponible a: <https://www.xataka.com/seleccion/como-iniciarse-mundo-impresion-3d-que-recomiendan-expertos>
- [16] Huffington Post, The Netherlands Plans To Build World's First Habitable 3D-Printed Concrete Homes (2018), [en línea]. Disponible a: https://www.huffingtonpost.com/entry/3d-printed-concrete-homes_us_5b449220e4b07aea7543fdab
- [17] Xataka, Las primeras casas por impresión 3D de España están en marcha: estos son los retos a los que se enfrentan <https://www.xataka.com/otros/primeras-casas-impresion-3d-espana-estan-marcha-estos-retos-a-que-se-enfrentan>
- [18] Alimarket, La revolución de la impresión 3D en alimentación y restauración (2017), [en línea]. Disponible a: <https://www.alimarket.es/alimentacion/noticia/252153/la-revolucion-de-la-impresion-3d-en-alimentacion-y-restauracion>
- [19] Matis, 3D Printed Seafood gets a Gold Star for Sustainability (2019), [en línea]. Disponible a: <https://english.matis.is/3d-printed-seafood-gets-a-gold-star-for-sustainability/>
- [20] 3D Printing Industry, UK Additive Manufacturing National Strategy 2018-25 Published (2017), [en línea]. Disponible a: <https://3dprintingindustry.com/news/uk-additive-manufacturing-national-strategy-2018-25-published-3d-printer-122461/>
- [21] Intellectual Property Office, 3D Printing and Intellectual Property Features (2018), [en línea]. Disponible a: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/757767/3D-printing.pdf
- [22] El Español, La impresión 3D en el punto de mira de la UE por la fabricación de copias (2018), [en línea]. Disponible a: https://www.elespanol.com/omicrofono/tecnologia/20180710/impresion-punto-mira-ue-fabricacion-copias/321469170_0.html
- [23] El País, Los desafíos legales de la impresión en 3D (2019), [en línea]. Disponible a: https://elpais.com/economia/2019/08/09/actualidad/1565350591_001399.html