



Adimen Lehiakorra

## GEHIKUNTZAKO FABRIKAZIOAREN HASTAPENAK

2015eko ekaina



**Gipuzkoako  
Foru Aldundia**

Berrikuntzako, Landa Garapenerako  
eta Turismoko Departamentua

Departamento de Innovación,  
Desarrollo Rural y Turismo

## Gehikuntzako fabrikazioaren hastapenak

1. Zer da GF?

2. GFko teknologiak

2.1. GFko teknologien sailkapena

2.2. Funtzionamendu-eskemak

3. Aplikazioak

3.1. Gaur egungo egoera eta etorkizuneko merkatuak

3.2. Garapen-mailak aplikazio-eremuaren arabera

3.3. Aplikazio-sektoreak

4. Onurak eta erronkak

4.1. Konparaketa: fabrikazio konbentzionala vs GF

4.2. Fabrikazio konbentzionalarekiko onurak eta abantailak

4.3. Garatu beharreko etorkizuneko erronkak

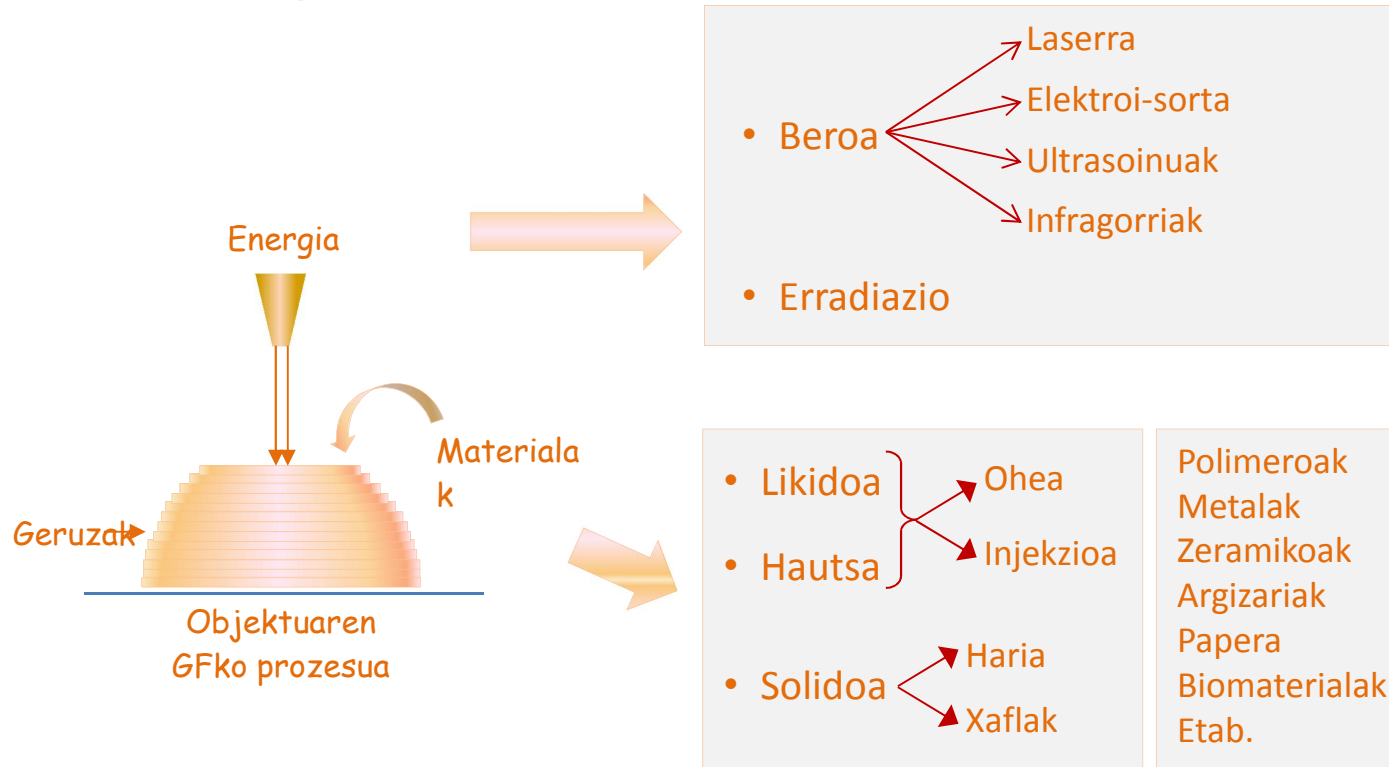
## Gehikuntzako fabrikazioa

*(Additive Manufacturing):*

- Eredu birtual batetik abiatuta hiru dimentsioko objektu bat fabrikatzeko prozesua da.
- Fabrikaziorako gehikuntza-prozesua erabiltzen da, hau da, materiala geruzaz geruza sendotzen da pieza osatu arte.
- Metodo honekin materiala gehitu egiten da, eta ez kendu, fabrikazio-metodo konbentzionaletan egin ohi denez (ebaketa, fresaketa, mekanizazioa).

# 2. GFko teknologiak

## 2.1. GFko teknologien sailkapena



□ Funtsean, GFko teknologiak hauen arabera sailkatzen dira:

1. Piezaren materiala eta gehitzeko modua
2. Materiala sendotzeko erabilitako metodoa (energia-ekarpena)

- ASTM International normalizazio-erakundeak sailkapen hau proposatzen du:

## Teknologia

**Hauts-ohearen urtea:** energia termikoak hauts-ohe bateko gune hautatuak urtzen ditu

**Zuzenduriko energiaz jalkitzea:** zuzenduriko energia termikoa erabiltzen da materialak jaulki ahala urtzeko

**Orri-ijezketa:** material-xaflak elkartzen dira objektuak sortzeko.

**Aglutinatzailerik injekzioa:** itsasgarri likido bat gehitzen da hauts-partikula hautatuak elkartzeko

**Material-injekzioa:** material-tantak banan-banan gehitzen dira objektuak osatzeko

**Material-estrusioa:** materialak beharraren arabera gehitzen dira zulo batetik.

**Tangako fotopolimerizazioa:** fotopolimero likidoak banan-banan tratatzen dira argi bidezko polimerizazio aktiboa erabiliz

## Materialak

Metalak eta polimeroak

Metalak

Metalak, paperak, polimeroak

Metalak, polimeroak eta urte-hareak

Polimeroak eta argizariak

Polimeroak

Fotopolimeroak

## Ohiko merkatua

Prototipotzea, serie laburrak eta pertsonalizatuak

Konponketak

Prototipotzea eta serie laburrak

Prototipotzea, serie laburrak eta isurketa-moldeak

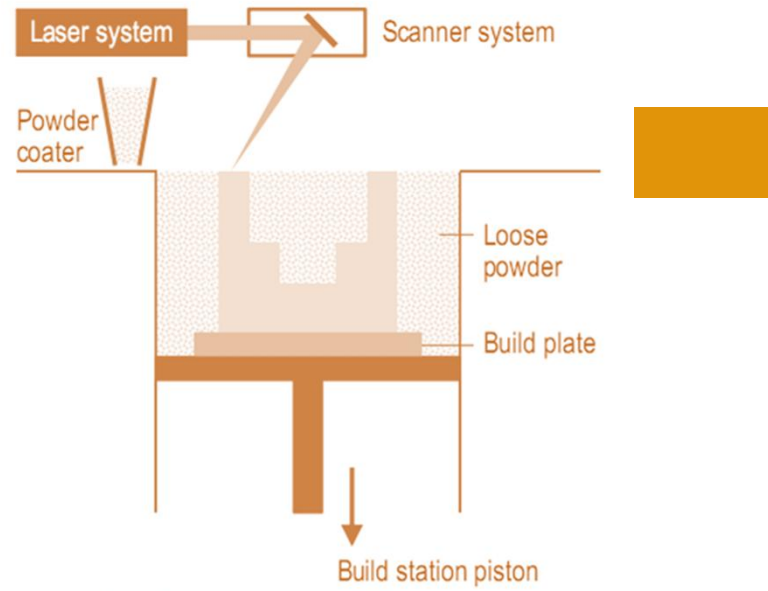
Prototipotzea, serie laburrak eta urte-moldeak

Prototipotzea eta serie laburrak

Prototipotzea

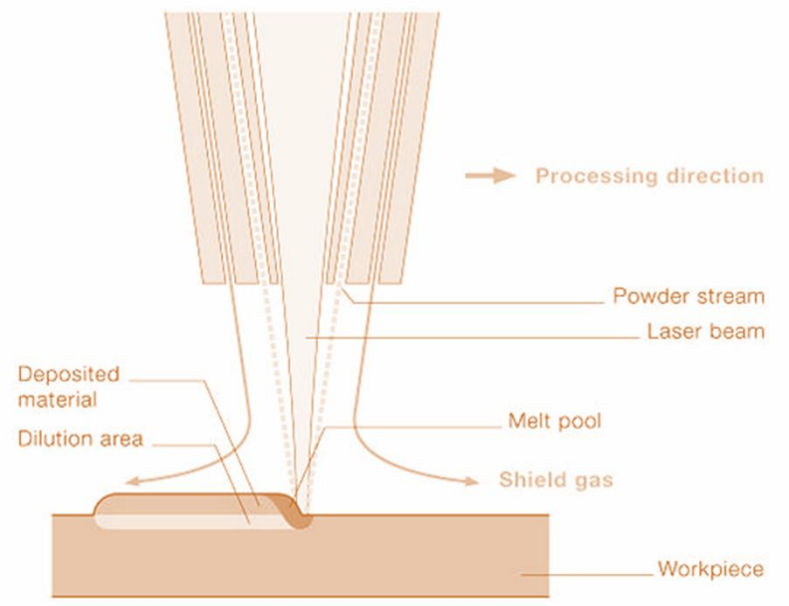
## 2.2. Funtzionamendu-eskemak

### HAUTS-OHEAREN URTZE BIDEZKO FABRIKAZIOA



Iturria: American Society for testing Materials (ASTM)

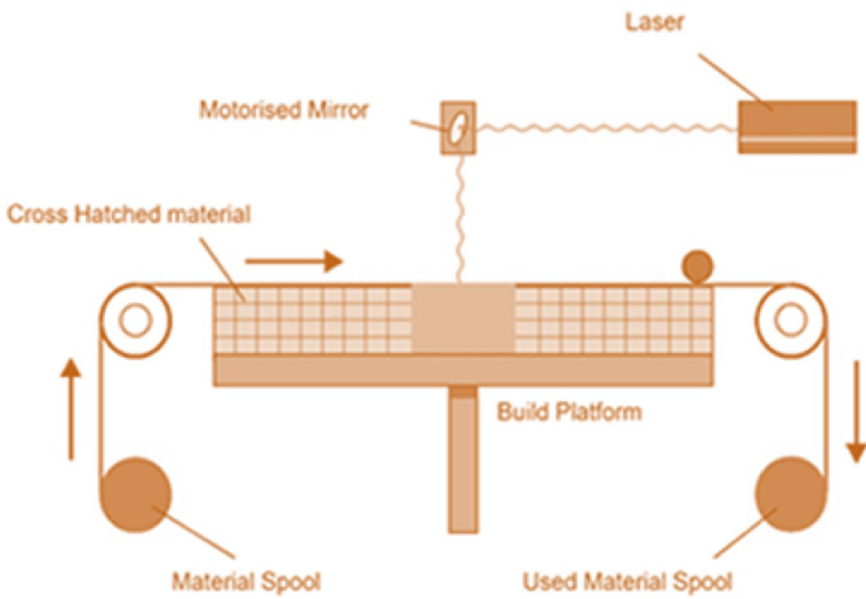
### ZUZENDURIKO ENERGIAZ JALKITZEA



Iturria: merlin-project.eu

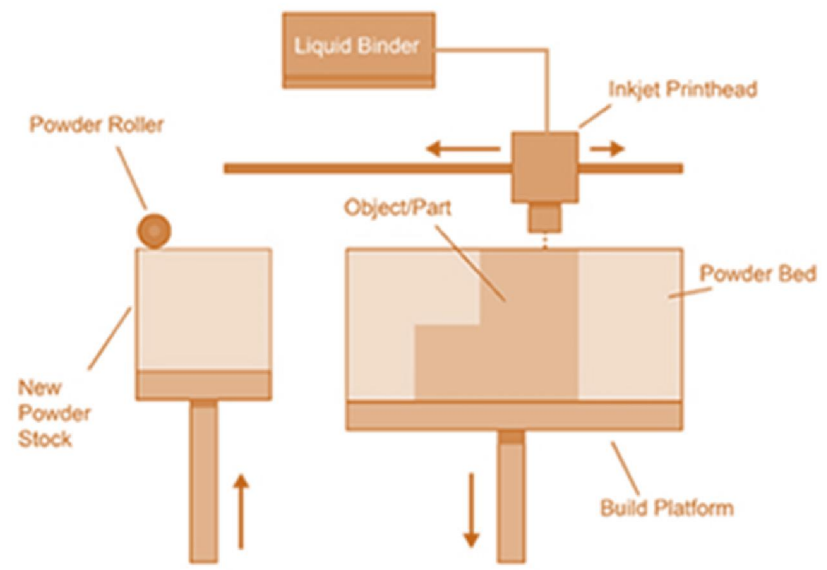
## 2.2. Funtzionamendu-eskemak

### ORRI-IJEZKETA



Iturria: lboro.ac.uk

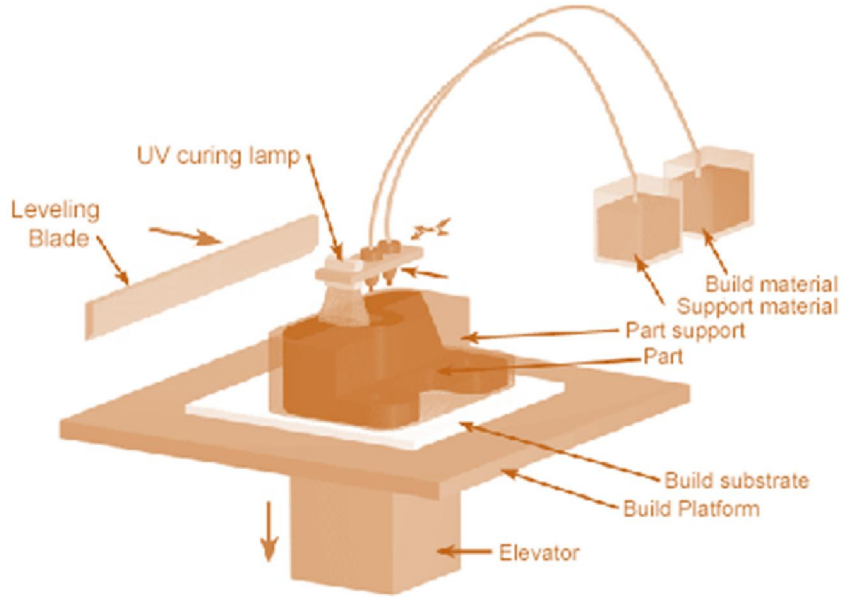
### AGLUTINATZAILE-INJEKZIOA



Iturria: lboro.ac.uk

## 2.2. Funtzionamendu-eskemak

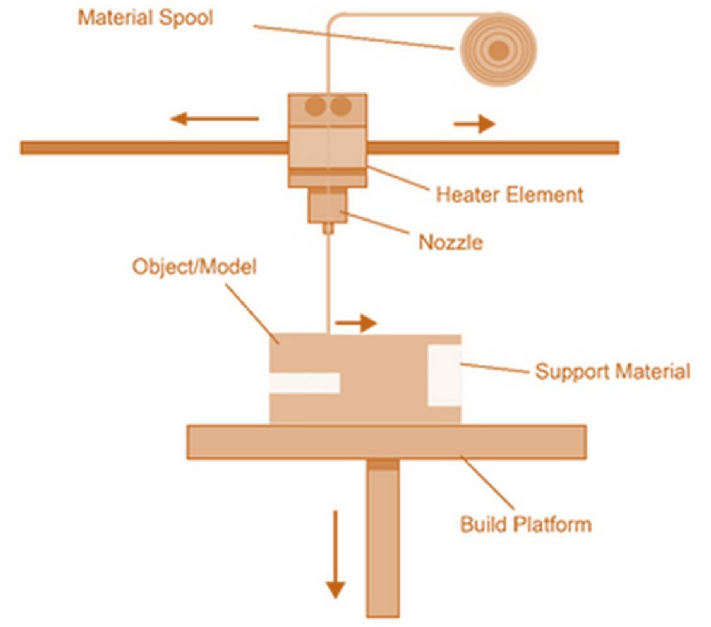
### MATERIAL-INJEKZIOA



Copyright: © 2008 CustomPartNet

Iturria: lboro.ac.uk

### MATERIAL-ESTRUSIOA

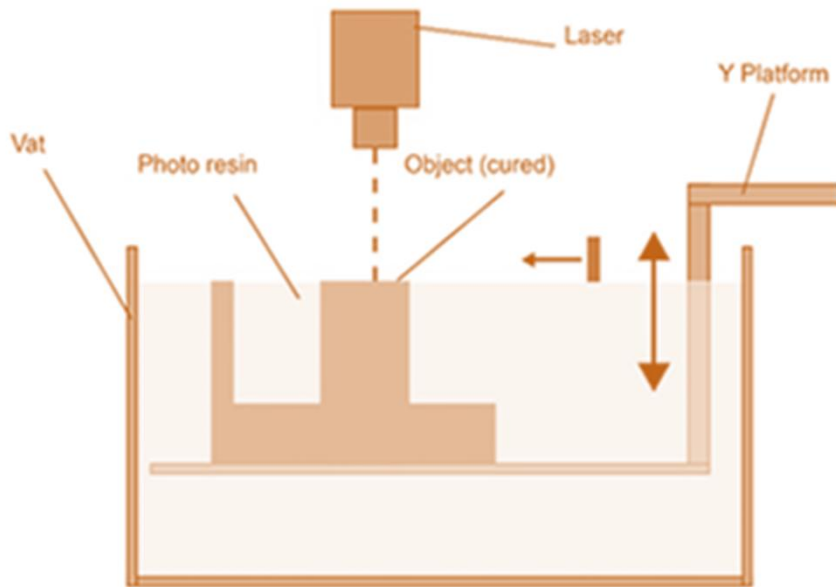


Iturria: lboro.ac.uk



## 2.2. Funtzionamendu-eskemak

### TANGAKO FOTOPOLIMERIZAZIOA

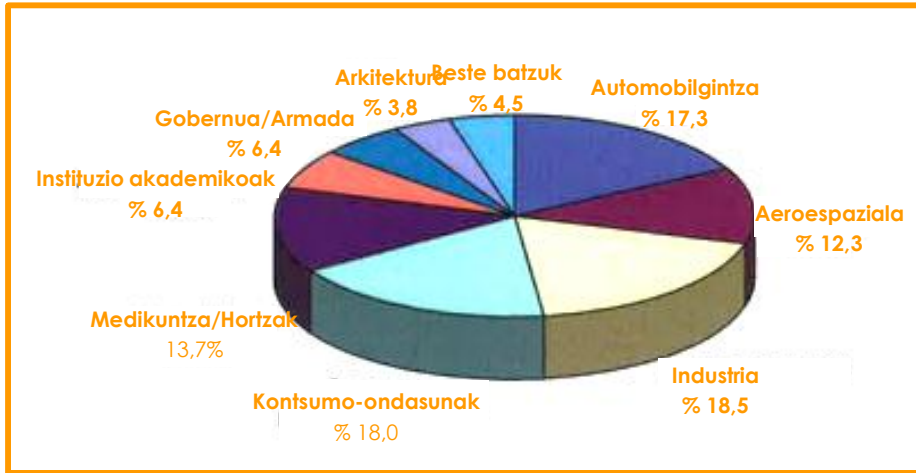


Iturria: lboro.ac.uk

# 3. Aplikazioak

## 3.1. Gaur egungo egoera eta etorkizuneko merkatuak

### GF darabilten sektoreen grafikoak



> Makineriadun industria eta enpresak dira gaur egun GFko teknologiak gehien erabiltzen dituen sektorea.

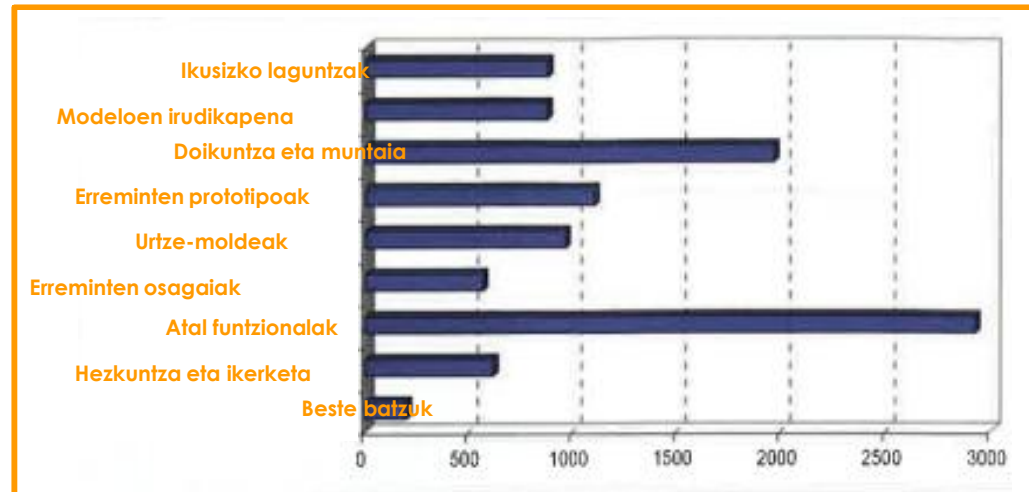
> Bigarren postuan daude kontsumo-ondasunak eta sistema elektroniko txertatuak, zeinak 8 urtez lehen postuan egon diren.

Iturria: Wohlers Associates, Inc. Wohlers Report 2014

### GFaren aplikazioen grafikoak

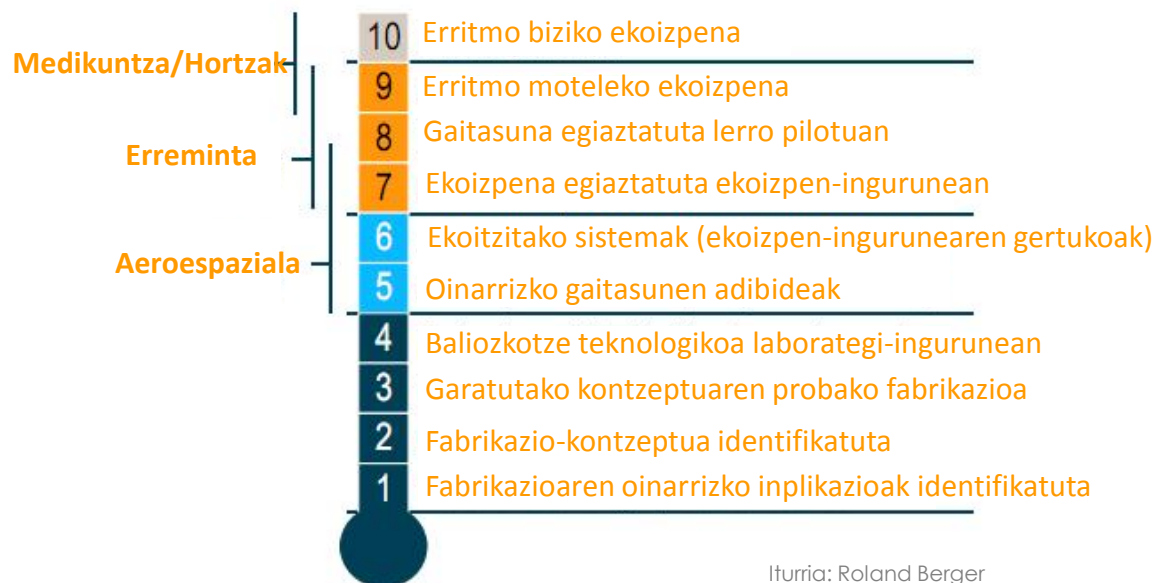
> Gaur egun, pieza funtzionalen fabrikazioan aplikatzen da gehien.

> Prototipotzea bigarren postuan dago.



Iturria: Wohlers Associates, Inc. Wohlers Report 2014

## 3.2. Garapen-mailak aplikazio-eremuaren arabera



### GFren garapen-maila

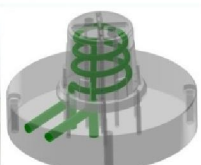
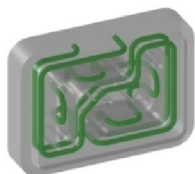
- GFaren garapen-maila ezberdina da aplikazio-eremu bakoitzean
- Medikuntza- eta hortz-industria ekoizpen-garapenaren maila gorenera heldu dira; izan ere, prototipoa eta azken produktua bat datoz, eta produktu pertsonalizatuak direnez, lerrokako ekoizpena ez da beharrezkoa.
- Gainerako sektoreek ekoizpen-garapenaren maila altuagoa behar dute.

# 3. Aplikazioak

## 3.3. Aplikazio-sektoreak

### Industria-sektorea (% 18,5)

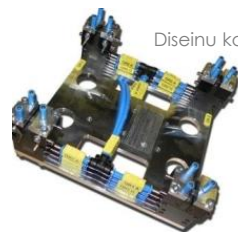
- Sektore hau ekoizpen-prozesuak hobetzen lagunduko dieten pieza kopuru handia eskatzen hasi da.
- Sektore interesgarria da, merkatu-aukera handiak baititu.
- Ekoizpena trokelgintzaren, erreminten eta moldeen ekoizpenean oinarritzen da. Azken horiek aireztatze-kanalak dituzte; horrela, prozesu-denborak laburragoak dira, eta ekoizpen-eremua hobeak eta kalitatezkoak lortzen dira. Material bat baino gehiago erabiliz fabrikatzeko aukera dago.



Iturria: Inomia



Iturria: hermle-generativ-fertigen



Diseinu konbentzionala



Gehikuntzako fabrikazioaren diseinua

Iturria: EOS GmbH



Iturria: Stratasy

## 3.3. Aplikazio-sektoreak

### Kontsumo-ondasunen eta elektronikaren sektorea (% 18,0)

- Duela 8 urtera arte, sektore hau zen nagusi GFaren erabileran. Sektore hau oraindik garatu egin liteke, barne hartzen dituen produktuen aukera zabala dela eta (jostailuak, etxetresnak, gailu elektronikoak...).
- Alde batetik, sektore honek interes gutxi erakartzen du, fabrikazio-bolumena handia eta produktuen bizi-zikloa laburra direlako. Bestetik, ordea, merkatu zabala eta produktuak eguneratzeko beharra direla eta, prototipatzea baliagarria izan daiteke produktuen garapen azkarrerako, diseinu-iterazio azkarra eskaintzen baitu.
- Ekoizpena prototipotan eta diseinu berrien baliozkotzean oinarritzen da, polimeroetan, bereziki.



Iturria: Renishaw



Iturria: Industrial Laser Solutions

## 3.3. Aplikazio-sektoreak

### Automobil-sektorea (% 17,3)

- Denbora da sektoreak gehikuntzako fabrikazioaren aldeko apustua egin zuela, baina betiere prototipotzeari eta produktuaren ekoizpen azkarrari begira. Garapenak serie mugatuko ibilgailuak edo lehiarako ibilgailuak ditu ardatz, eta helburua pisua murriztea izaten da.
- Sektore horrek une honetan ez dauka interes handirik, ekoizpen-bolumen handiak eskatzen baititu, eta gaur egungo teknologiak ez du gaitasunik horretarako.
- Osagai berriak baliozkotzeko prototipoak eta serie motzetan amaitutako piezak zpenak.



Iturria: Concept Z Performance



Iturria: EOS GmbH



Iturria: EOS GmbH



Iturria: EOS GmbH

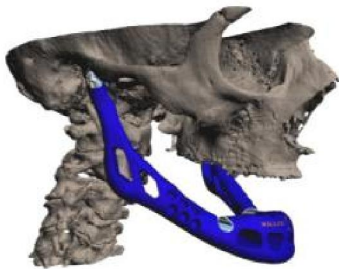
## 3.3. Aplikazio-sektoreak

### Medikuntzako eta osasun-arloko sektorea (% 13,7)

- Pieza eksklusiboak eta pertsonalizatuak fabrikatzeko beharra.
- Balio erantsi handiko sektore bat da, bizitza-kalitatea hobetzeko balio duenez.
- Batez ere hortz-protesiak, ortodontzia eta protesi medikoak ekoizten dira (buruhezurak, artikulazioak, hezurretako inplanteak, audifonoak...)
- Sektore honetan daude eboluzio eta zuzeneko aplikazio handienak, eta emandako produktua, prototipoa izateaz gain, azken produktua ere bada.



Iturria: LayerWise



Iturria: EOS GmbH



Iturria: Oxford Performance Materials



Iturria: ARCAM

## 3.3. Aplikazio-sektoreak

### Sektore aeroespaziala (% 12,3)

- Sektore hau izan da teknologia hauen aldeko apustua egiten lehena, eta egiturazkoak ez diren elementuetarako piezak erabiltzen ditu.
- Sektore honek balio erantsi handia du, osagai txikietan pisua murriztea interesatzen baitzaio, erregaia aurrezteko.
- Ekoizpena serie txikietan egiten da, gaometria konplexuak erabiliz, eta, batez ere, erregailu berriak eta turbina geldikorren osagaiak ekoizten dira.



Iturria: EOS Gmbh



Iturria: EOS Gmbh



Iturria: SISMA Industry



Iturria: Morris Technology



Iturria: ARCAM



## 3.3. Aplikazio-sektoreak

### Beste sektore batzuk (% 20,2)

- Gaurdano teknologia hau gutxien aplikatu duten sektoreak dira, besteak beste, bitxigintza, arkitektura, oinetakogintza, kirolak, ehungintza eta diseinu orokorra.
- Sektore horiek oraingoz ez dute interes handirik, GFaren teknologiak prototipoak egiteko bakarrik erabiltzen baitituzte.
- Gaur egun laginak produzitzen dira gehienbat, pieza pertsonalizatuak eta serie mugatuko edo ekoizpen laburreko produktuak.



Iturria: Continuum Fashion



Iturria: 3ders.org



Iturria: Tamicare



Iturria: Alessandro Zambelli



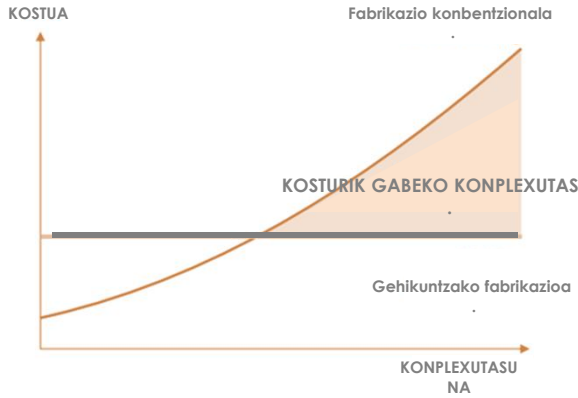
Iturria: EOS GmbH

## 4.1. Konparaketa: fabrikazio konbentzionala vs GF

### Fabrikazio konbentzionala



### Gehikuntzako fabrikazioa



# 4. Onurak eta erronkak

## 4.1. Onurak eta abantailak ohiko fabrikazioaren aldean

### Abantailak

- > Diseinu-askatasuna – GFaren bidez, birtualki diseinatutako edozein forma ekoiztu daiteke.
- > Gainkosturik gabeko konplexutasuna – Piezen diseinuaren konplexutasuna handitzeak ekoizpen-kostua pixka bat areagotu dezake.
- > Erreminta gutxiago – Zuzenean ekoiztu daiteke, erreminten kostuak eta denborak murriztuz.
- > Diseinu arinak – Piezen pisuak arindu egin daitezke eta, ondorioz, piezen topologia optimizatu, kanpoko azalaren barruko aldea gelaxka-egiturarekin diseinatuta.
- > Lotura-puntu gutxiago – Lotura-puntuak murriztu egiten dira, elementu-multzoak pieza gutxiagorekin edo pieza bakarrarekin fabrikatzen baitira.
- > Urratsak kentzea – Objektu konplexuak ere urrats bakarrean sortzen dira.

### Desabantailak

- > Ekoizpen-ratio txikiagoak – GFaren bidez birtualki diseinatutako edozein forma ekoiztu daiteke.
- > Ekoizpen-kostu handia – Ekoizpen-ratio txikien eta material-kostu handien ondorioa da.
- > Diseinua modelatzea eta parametroak doitzea zaila da – Ekoizpena dauden materialetara, askotariko prozesuetara eta parametrizazioetara egokitzea ez da erraza.
- > Fabrikazio-prozesua – Gehikuntzako fabrikazioko fasearen ondoren, azaleko akabera eman behar zaio, eta neurriak perfektionatu egin behar dira.
- > Ekoizpen-prozesua ez da jarraitua – Integratu gabeko sistemak erabiltzearen ondorioz, eskala-ekonomia ezinezkoa da.
- > Osagaiaren tamaina mugatua – Ekoiztu beharreko objektuaren tamaina makinaren ahalmenak mugatzen du.

## 4.1. Garatu beharreko etorkizuneko erronkak

### Erronkak

- Piezen kalitate hobea – Metodologiak aztertu dira parametroak optimizatzeko, materialak baliozkotzeko, simulazio bidez deformazioak aztertzeko eta linean akatsak detektatzeko.
- Prozesuaren errepikagarritasun hobea – Materialen kalitatearen estandarizazioa, hondar-tentsioen eta distortsioen azterketa simulazioaren bidez eta materialen optimizazioa.
- Diseinua eta prozesua estandarizatzea – Diseinu-arauak eta fabrikazio-irizpideak fikatzea hainbat materialetarako.
- Material berrien garapena – Soldagarritasun handiagoa duten material berrien garapena, material erregogorrek, aleazio berriak eta superaleazioak, gaitasun elastikoa duten materialak...
- Kostu-murrizketa – Lehengailen fabrikazio-prozesuak hobetzea eta makinariaren kostua murriztea.
- Produktibitatea handitzea – Serieko fabrikaziora bideratutako jalkitze-tasa handitzea.
- Prozesatze-ondoko fasea murriztea – Gehikuntzako fabrikazioan gainazalen akabera hobeak lortzea eta neurriei dagokienez zehaztasun handiagoa erdiestea