

Guía de emprendimiento

# FABRICACIÓN ADITIVA • IMPRESIÓN 3D



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
"O FSE inviste no teu futuro"



XUNTA  
DE GALICIA

igape



## INDICE DE CONTENIDOS

<b>1. Presentación .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Introducción al Concepto de Industria 4.0 .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Concepto de Industria 4.0 .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Concepto de TICs.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3. Concepto de Internet of Things (IoT) .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4. Principales Tecnologías de la Industria 4.0.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5. La Industria 4.0 en Galicia.....</b>	<b>10</b>
<b>2.6. Aspectos clave para el desarrollo de la Industria 4.0....</b>	<b>13</b>
<b>2.7. Barreras de entrada en la Industria 4.0.....</b>	<b>13</b>
<b>3. Descripción de la Impresión 3D_ Fabricación aditiva</b>	<b>14</b>
<b>3.1. Descripción General .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2. Descripción Detallada.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3. Ventajas y barreras de entrada.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4. Tecnologías Implicadas.....</b>	<b>22</b>
<b>4. Oportunidades de Negocio con los Sectores Tractores de la Economía Gallega.....</b>	<b>26</b>
<b>5. Oportunidades de Negocio en el Marco de la Fabricación aditiva- Impresión 3D .....</b>	<b>29</b>
<b>6. Claves para Detectar Ideas de Negocio 4.0 .....</b>	<b>37</b>

6.1. Claves para detectar ideas de negocio en el ámbito de la Industria 4.0 .....	37
6.2. Perfil del Emprendedor 4.0.....	38
6.3. Claves para detectar ideas de negocio en el ámbito de la Fabricación Aditiva .....	39
<b>7. Competencias Profesionales 4.0 .....</b>	<b>44</b>
<b>8. Consideraciones sobre las Necesidades de Financiación de una Start-up 4.0 .....</b>	<b>46</b>
<b>9. Recursos para Emprender.....</b>	<b>48</b>
9.1. Recursos Financieros.....	48
9.2. Recursos de Apoyo Tecnológico .....	50
9.3. Centros Singulares Universitarios TIC en Galicia .....	50
9.4. Recursos para el Emprendimiento y la Aceleración .....	54
9.5. Asociaciones Sectoriales de Apoyo .....	57
<b>10. Casos de Éxito (Buenas Prácticas) .....</b>	<b>59</b>
10.1. Empresa Nort3D.....	60
10.2. Empresa Lupeon 3D .....	65
10.3. Empresa Addimen Additive Manufacturing.....	69
<b>11. Bibliografía.....</b>	<b>73</b>

## 1. Presentación

La Industria 4.0 se encuentra en auge, presentando grandes oportunidades tanto en el mercado nacional como internacional. España y Galicia ha decidido formar parte de este crecimiento y ha optado por fomentar la participación de las empresas y emprendedores en lo que se denomina la Cuarta Revolución Industrial con el objetivo de poder seguir siendo competitivos y obtener los máximos beneficios. Además, la Comunidad Autónoma de Galicia también ha decidido autoimponerse metas a medio y largo plazo que le permitan aplicar esta nueva tendencia a su industria y crecer tecnológicamente y financieramente. Por ello, Galicia fomenta la adopción de las nuevas tecnologías que conforman la Industria 4.0, presentando sus principales ventajas así como las oportunidades que pueden encontrarse tanto internamente, como en el mercado.

Nos encontramos en una nueva era y es importante que las ideas innovadoras, de cambio y de negocio, que vayan surgiendo, se adapten al nuevo entorno que conforman hoy en días las nuevas tecnologías.

Fruto de un trabajo previo realizado entre IGAPE y el equipo redactor de la presente guía se analizaron las tecnologías que definen la Industria 4.0 dentro del ámbito gallego, decidiéndose finalmente por 4 que se consideran “clave” para el desarrollo tecnológico, industrial y financiero de nuestra comunidad autónoma:

1. **Big Data**
2. **Impresión 3D**
3. **Realidad Virtual**
4. **Logística 4.0.**

Dentro de esta guía, dirigida a emprendedores, centros productores de tecnología (públicos y privados), empresas altamente innovadoras, asociaciones, la propia administración y público de interés, se pretende, en primer lugar, introducir al lector en el concepto de la Industria 4.0 para posteriormente explicarle con detalle una de las tecnologías seleccionada como “tecnología clave” para el desarrollo de futuros proyectos de negocio dentro de la comunidad de Galicia: **FABRICACIÓN ADITIVA\_ IMPRESIÓN 3D**

Así, el objetivo general de esta guía es promover y apoyar proyectos emprendedores en el ámbito tecnológico de la fabricación aditiva, facilitando el análisis de la viabilidad empresarial y la elaboración de un plan de empresa.

Entre los objetivos específicos de la guía de emprendimiento en el ámbito de la fabricación aditiva cabe señalar:

- a) Sensibilizar al público con respecto a los conceptos Industria 4.0 y Fabricación Aditiva
- b) Definir el concepto en detalle de una de las 4 tecnologías seleccionadas: Fabricación Aditiva (¿qué es?, ¿cómo funciona?, ¿qué se requiere para implantarlas?. Ventajas y barreras de entrada).
- c) Presentar un análisis de oportunidades de negocio en relación a esta tecnología con respecto a los sectores tructores de la economía gallega y los sectores clave en los que se pueden desarrollar proyectos que involucren la Fabricación aditiva
- d) Dar a conocer algunas claves que ayuden a la detección de ideas de negocio.
- e) Presentar las nuevas competencias profesionales requeridas dentro de la Industria 4.0: Skills 4.0.
- f) Relacionar organismos clave con los que los emprendedores pueden contar para obtener apoyo (asesoría o financieramente) para el desarrollo de sus proyectos.
- g) Presentar casos de éxito e ideas de negocio que estén basadas en la tecnología de la fabricación aditiva.

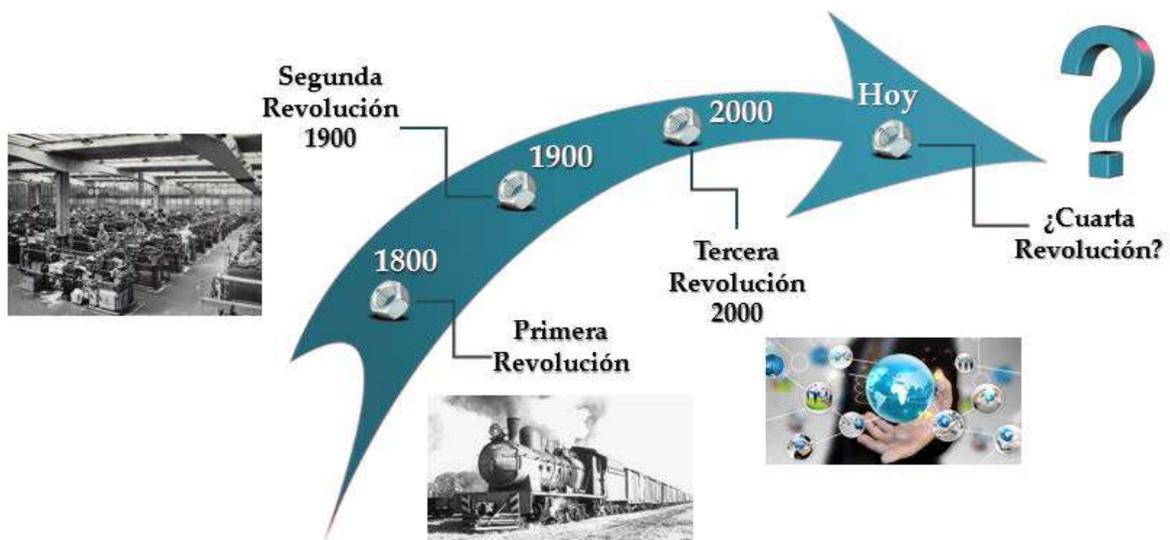
En resumen, se pretende lograr la atracción de toda aquella persona que tenga una idea o proyecto en mente y que esté o pueda estar relacionada con la Industria 4.0 y, especialmente, con la Fabricación Aditiva, sirviendo así mismo esta guía como punto de partida y recurso de apoyo para que se pueda dar inicio a la materialización de dichos planes de negocio.

## 2. Introducción al Concepto de Industria 4.0

### 2.1. Concepto de Industria 4.0

La **Industria 4.0** (término impuesto por el gobierno alemán) hoy en día está cobrando mucha potencia y generando grandes cambios en el mundo de las empresas manufactureras, tanto en el proceso productivo, como en los de diseño y logística. Es un concepto que abarca todos los avances tecnológicos en cuanto a sistemas y maquinarias para poder aplicarlos en los procesos que implica cierta empresa del sector industrial y así obtener numerosas ventajas y poder seguir siendo competitivo dentro del mercado.

Para poder explicarlo mejor, se dice que a lo largo de la historia ha habido 3 revoluciones que han significado importantes transformaciones para la industria:



Evolución de las Revoluciones Industriales. Elaboración propia.

**Primera Revolución de 1800.-** Se introducen sistemas de producción mecánicos (tracción hidráulica y vapor).

**Segunda Revolución de 1900.-** Se introducen nuevas fuentes de energía, como los sistemas eléctricos. Además se crea la producción de serie y surge la división de trabajo productivo.

**Tercera Revolución de 2000.-** Se introduce la microelectrónica y la tecnología de la información (TIC) con el objetivo de automatizar por completo la producción.

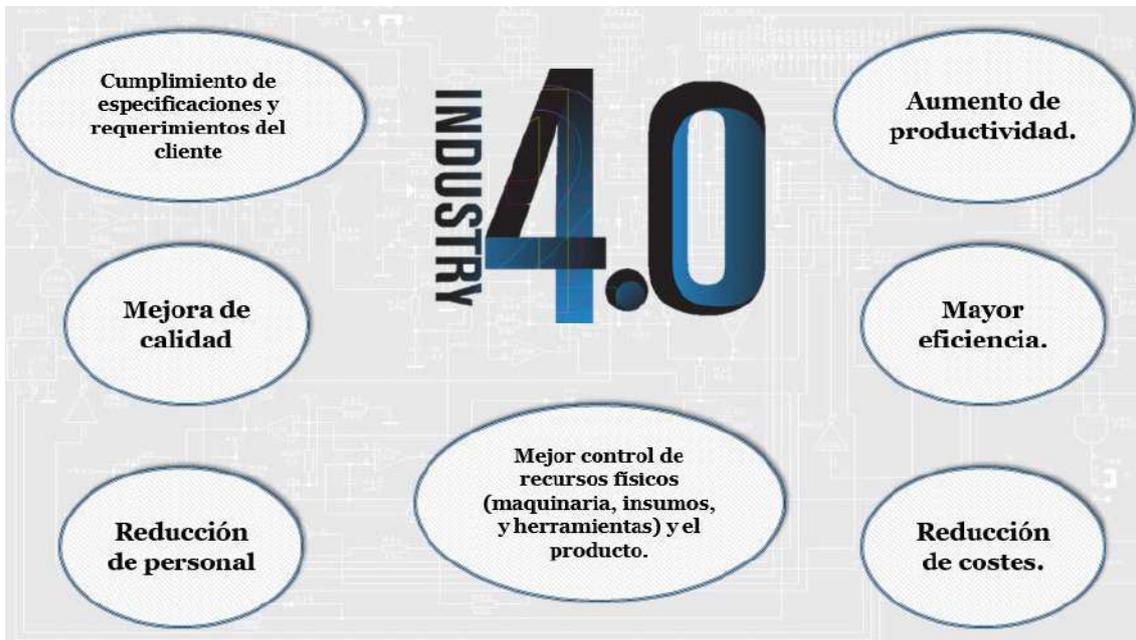
La industria 4.0 se dice que es ya la **Cuarta Revolución**, y la que se está viviendo hoy en día, pues los procesos y funciones de las industrias se están modernizado; se están cambiando totalmente sus mecanismos a través de la llegada de robots, drones, nanotecnología, inteligencia artificial y otros sistemas complejos, creando así las llamadas “Fábricas 4.0” o “Smart Factories”, que logran que todos los sistemas productivos queden interconectados entre sí para facilitar la comunicación de información, optimizar procesos y aumentar la calidad de los productos de acuerdo a las peticiones y preferencias de los clientes. Se pueden definir también como la propia integración del mundo físico y el mundo virtual.

A continuación, en el siguiente gráfico se plasman las **características principales de la Industria 4.0:**



Características de la Industria 4.0. Elaboración propia.

Al aplicar la Industria 4.0, se obtienen numerosas **ventajas para la empresa**, pudiendo distinguir, de entre las más importantes, las siguientes:



Ventajas de la Industria 4.0. Elaboración propia.

## 2.2. Concepto de TICs

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) son el conjunto de tecnologías desarrolladas con el objetivo de obtener información, procesarla, almacenarla, gestionarla y transportarla de un lugar a otro, otorgando así a las empresas una gran oferta de soluciones y de aplicaciones eficientes para sus procesos y modelos de negocio.

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), el sector de las TICs lo conforman “las industrias manufactureras y de servicios cuya actividad principal está vinculada con el desarrollo, producción, comercialización y uso intensivo de las tecnologías de la información y las comunicaciones.” Por ello, podemos decir que **las TICs abarcan principalmente 4 medios:**

- ✓ Informática.
- ✓ Telecomunicaciones.
- ✓ Comercio.
- ✓ Tecnologías audiovisuales (multimedia).

Además, cabe señalar que, hoy en día, el sector de las TICs ejerce una actividad muy importante, puesto que abarca una tasa muy alta de proyectos de innovación y avances científicos, teniendo así un gran impacto en los ámbitos económicos, sociales y culturales.

**Los principales beneficios y ventajas que otorga la aplicación de las TICs son:**

- ✓ Facilitar el acceso rápido a más información.
- ✓ Automatizar tareas.
- ✓ Mejorar y acortar los canales de comunicación.
- ✓ Aumentar la capacidad de almacenamiento de la información.
- ✓ Digitalización (formato único universal de la información).
- ✓ Reducir la infraestructura requerida.
- ✓ Automatizar tareas.
- ✓ Las tecnologías pueden ser interactivas.
- ✓ Otorgan innovación y creatividad al modelo de negocio y sus funciones.
- ✓ Otorga ventajas económicas a largo plazo.

Existen diversos tipos de TICs: Redes (banda ancha, telefonía fija, telefonía móvil, redes de Televisión, etc.); Terminales (Ordenadores, navegadores de internet, móviles, televisores, etc.); Servicios (búsqueda de información, correo electrónico, e-commerce, videojuegos, etc.), etc.

### 2.3. Concepto de Internet of Things (IoT)

El concepto Internet of things hace referencia a la **interconexión digital entre objetos**, a través de una conexión avanzada y del uso de Internet; por lo tanto, hace que estos se comuniquen entre sí para llegar a un objetivo en particular, volviéndose así más “inteligentes” e “independientes” y dejando a una lado el tradicional método M2M (machine-to-machine).

De este modo, podemos decir que El **Internet de las Cosas (IoT) es la herramienta sobre la que se basa el concepto general de la Industria 4.0** y sobre la cual se apoyan la mayoría de sus tecnologías implicadas.

La aplicación del IoT se puede dar tanto a nivel personal/hogar, como a nivel industrial/empresarial.

Así, entre algunos ejemplos del uso de la IoT en la vida cotidiana podemos citar: la automatización de persianas o ventanas de acuerdo al clima que haga y la posición de sol (brindada esta información por otro dispositivo o fuente y comunicándose por internet); sensores de velocidad que algunos automóviles poseen y que, al percibir un exceso de velocidad, hace que el automóvil disminuya la velocidad automáticamente. De la misma forma, las empresas pueden darle uso a sus procesos, sobretodo industriales o comerciales, para así reducir tareas, tener mejor control y precisión de ellas, mejorar la calidad y personalización de los productos, mejorar la comunicación con sus proveedores y clientes, ampliar la automatización, etc.

El IoT, por lo tanto, se resume en “**Personas, objetos y sistemas interconectados**”

## 2.4. Principales Tecnologías de la Industria 4.0

A la Industria 4.0 la engloban principalmente las siguientes tecnologías:

- ✓ Big Data, Data Mining y Data Analytics.
- ✓ Impresión 3D o Impresión Aditiva.
- ✓ Robótica colaborativa o Cobot.
- ✓ Sistemas ciberfísicos.
- ✓ Ciberseguridad.
- ✓ Realidad aumentada y Realidad Virtual.
- ✓ Cloud Computing.
- ✓ Logística 4.0 y Smart Logistics.
- ✓ Inteligencia Artificial.
- ✓ Sistemas para la integración vertical y horizontal de información.

## 2.5. La Industria 4.0 en Galicia

Durante los últimos años se han tomado diversas acciones para lograr un alto desarrollo en Galicia en cuanto a la Industria 4.0. La *Xunta de Galicia* ha implementado la “*Agenda de Competitividad Galicia Industria 4.0*”, misma que ha resultado un éxito hasta el momento y dentro de la cual se ha invertido más de 130 millones de euros y que se espera aún que incremente 15 millones más. Esta consiste en programas clave que logren impulsar a las empresas gallegas a la aplicación de las

tecnologías que conforman la Industria 4.0 y, que a su vez, también puedan resultar nuevas ideas de negocio o innovaciones de mejora que beneficien al sector en general. Todo esto es con el objetivo que se ha planteado en conjunto con la Unión Europea de acelerar el crecimiento de la industria manufacturera gallega para que en el año 2020 llegue a representar esta hasta el 20% del PIB total de Galicia.

Recientemente se ha celebrado el “Concurso de Ideas Industria 4.0”, en el que 38 pymes participaron en los proyectos seleccionados, mismos que se centraron principalmente en los siguientes objetivos (divididos por sector):

<p><b>Dentro del sector automotriz</b></p> <p>Se contará con robots que tengan visión artificial en 3D para poder llevar un mejor control de las piezas, detectando aquellas que cumplan con los requisitos establecidos, o bien, presenten algún defecto. Se contará con también con una instalación robotizada avanzada de pintura. Por último, también será posible crear plantas interconectadas que funcionen entre ellas con el Big Data de la empresa.</p>	<p><b>Dentro del sector agroalimentario</b></p> <p>Se incluirán líneas inteligentes de envasado, así como equipos de espectro de infrarrojo que mejoren la inspección de los alimentos, y así mismo procesos lácteos totalmente automatizados.</p>
<p><b>Dentro del sector aeronáutico</b></p> <p>Se implantarán plataformas industriales inteligentes además de productos inteligentes para lograr su rastreo desde su fabricación hasta su entrega con el cliente.</p>	<p><b>Dentro del sector campo maderero</b></p> <p>Se instalarán tecnologías avanzadas capaces de detectar automáticamente los errores que se presentan en el aserrado. Las pymes de este sector se beneficiarán al instalarse en ellas los equipos de automatización con que ya cuentan las grandes empresas.</p>

Objetivos a lograr por las empresas seleccionadas en el "Concurso de Ideas Industria 4.0".  
Elaboración propia.

Se dice que hoy en día, los sectores que más fuerza están cobrando dentro de la Industria 4.0 en la comunidad gallega son los siguientes: **Automoción, Agrícola, Textil, Energético, Naval y Audiovisual**. De acuerdo a estos sectores, se detecta que las necesidades más importantes, y, por lo tanto las oportunidades en la aplicación de la Industria 4.0 a ellas son las siguientes:

- ✓ Optimización de cadena de suministro.
- ✓ Reducción de Time to Market.
- ✓ Relación con agentes externos a la empresa.
- ✓ Customización masiva.
- ✓ Mejora de la productividad del personal.
- ✓ Mejora del proceso productivo.
- ✓ Reducción de costes de materia prima y de materiales.
- ✓ Optimización de la red logística.
- ✓ Lanzamiento de nuevos productos.

El año 2016 se conformó el grupo "*Clusters Galicia 4.0*", el cual consiste en la creación de una sinergia entre empresas de tres distintos sectores para poder acelerar e impulsar la llamada Cuarta Revolución Industrial. Esta alianza la conforman los siguientes 3 clusters: Clúster de Empresas de Automoción, Clúster de Empresas TIC y Clúster de Empresas de Agricultura. Sin embargo, se está dispuesto a integrar más clusters que tengan interés por la innovación en relación a la Industria 4.0, buscando en conjunto mejoras, oportunidades e ideas que puedan resultar beneficiosas para todas las empresas participantes. Así mismo, estarán en contacto directo con empresas y clusters de otras regiones (como País Vasco) de donde puedan obtener conocimientos e ideas de sus experiencias para así por también aplicarlas adaptadas a sus modelos, o bien, basarse en esas buenas prácticas.

## 2.6. Aspectos clave para el desarrollo de la Industria 4.0

A continuación se enlistan los principales factores que se deben de tomar en consideración al momento de querer desarrollar una idea de negocio en relación con la Industria 4.0:

- ✓ Estar posicionado sólidamente en las relaciones digitales.
- ✓ Adecuada estrategia en cuanto a la propuesta de los productos con respecto a las soluciones que se quieren vender.
- ✓ Expandir los servicios digitales.
- ✓ Incrementar las relaciones tanto con usuarios como con proveedores.

## 2.7. Barreras de entrada en la Industria 4.0

Estas son las posibles barreras que una empresa o emprendedor pueden llegar a tener al implementar algún proyecto perteneciente al giro de la Industria 4.0:

- ✓ Falta de información (buen entendimiento del concepto Industria 4.0, sus tecnologías y sus ventajas).
- ✓ Inversión alta en muchas de sus tecnologías.
- ✓ Falta de personal con competencias requeridas para el ámbito de la Industria 4.0.
- ✓ Falta de infraestructura y conocimientos tecnológicos.
- ✓ Cumplimiento de normas y políticas exteriores.
- ✓ Miedo e incertidumbre por alto riesgo.
- ✓ Liderazgo de alta dirección.

### 3. Descripción de la Impresión 3D\_ Fabricación aditiva

En las últimas décadas, la industria así como la sociedad en general ha experimentado una transición hacia lo digital en todos los ámbitos. En concreto, la tecnología de fabricación aditiva, también conocida como impresión 3D, es una de las tecnologías que más interés está suscitando tanto en la industria como en los centros de investigación. La fabricación aditiva, aprovechando el conocimiento de la era digital, permite superar las limitaciones existentes en los procesos de fabricación tradicionales por arranque de material, por fundición o por inyección, que bloquean la creatividad y constituyen una barrera al desarrollo de nuevos productos de alto valor añadido o con nuevas funcionalidades.

Así, y a pesar de que a día de hoy la impresión 3D no es todavía un fenómeno masivo, supone una auténtica revolución industrial respecto a los procesos tradicionales de fabricación, convirtiéndose en una auténtica pieza angular del futuro industrial en los países más desarrollados.

A continuación, se explican los conceptos fundamentales para entender la fabricación aditiva, se describen las ventajas de esta tecnología frente a procesos convencionales de fabricación así como los retos que aún debe superar para conseguir su aplicación exitosa en múltiples sectores.

#### 3.1. Descripción General

La Fabricación Aditiva (FA) se trata de una tecnología a través de la cual un archivo 3D es convertido en un objeto físico mediante la adición controlada, capa por capa, de material (plástico, resina, metal, papel, etc) hasta conseguir la geometría deseada, en lugar de utilizar tecnologías que usan preformas, o bien tecnologías sustractivas que obtienen la geometría requerida sustrayendo material de una geometría mayor.

#### 3.2. Descripción Detallada

La Fabricación Aditiva o impresión 3D, consiste en convertir un archivo o diseño 3D (creado a través de un programa de modelado o software de ordenador) en sólido, a través de la manipulación de material a escala micrométrica.

El proceso se inicia diseñando un modelo 3D del objeto que queremos crear para posteriormente cargarlo en el software de la impresora, que lo trocea en finas rodajas superponiéndolas una a una hasta crear el objeto diseñado. De esta forma, se puede personalizar la impresión hasta el mínimo detalle, seleccionando el porcentaje de relleno, el grosor de las paredes exteriores, la escala de la pieza, el uso de material de soporte, la velocidad de impresión y hasta la temperatura de extrusión.

Así, existen 3 pasos principales en la impresión 3D:

- **1º Paso: Diseño del archivo 3D** utilizando CAD software, un 3D escáner o sencillamente descargándolo desde internet.
- **2º Paso: Proceso de impresión real:** Elección del material con el que se creará el objeto. La variedad de materiales es muy amplia: plásticos, cerámica, resinas, metales, arena, textiles, biomateriales, etc. Tras la elección del material se iniciará la impresión
- **3º Paso: Proceso de acabado:** A menudo, tras la impresión del objeto, es necesario laquearlo o pintarlo antes de que pueda ser utilizado o entregado.

Por lo tanto, se puede decir que esta tecnología supone una nueva revolución industrial, íntimamente vinculada con el desarrollo de las TIC, al permitir prescindir de herramientas y utillajes de fabricación, dar vida a cualquier diseño que se pueda imaginar, ofrecer una respuesta inmediata a las cambiantes necesidades del mercado, y atender a la creciente demanda de diferenciación y personalización de los productos por parte de los consumidores.

### 3.3. Ventajas y barreras de entrada

A Continuación se describen las principales ventajas y barreras de entrada relacionados con el proceso de Fabricación Aditiva\_ Impresión 3D:

#### VENTAJAS:

La Fabricación Aditiva es particularmente efectiva específicamente donde los métodos de fabricación tradicional son ineficientes. Las principales características que distinguen los procesos de fabricación aditiva de cualquier otro proceso tradicional y que le confieren grandes ventajas competitivas son:

- **La complejidad y personalización no encarece el proceso:** En el caso de la fabricación aditiva resulta más económico elaborar un diseño complejo (formas irregulares, vaciado interior, espesores variables, etc) que uno simplificado (interior macizo, exterior liso, etc) en contraposición con los métodos convencionales. Esta posibilidad permite gran libertad creativa así como la elaboración de réplicas exactas impensables con los métodos convencionales, lo cual supone un cambio radical en el proceso de diseño de los productos. Por otra parte, fabricar un determinado número de piezas iguales o todas distintas, no supone diferencia en el coste, lo que favorece la personalización del producto dándole un alto valor añadido y suponiendo un elemento clave de sostenibilidad para la industria de los países desarrollados.
- **La fabricación aditiva es la alternativa más adecuada y rentable para la fabricación de series cortas** de productos ya que permite realizar modificaciones durante la vida del producto sin apenas coste adicional o parametrizar el producto y fabricarlo según necesidad (sin estar sujeto a un coste inicial, mantenimiento, almacenamiento,...), llegando incluso a la serie unitaria, sin apenas costes extras de fabricación, al prescindir de utillaje, lo que supone una ventaja absoluta respecto a métodos de fabricación sustractivos y/o conformativos.
- La fabricación aditiva permite la **fabricación de productos más ligeros, multimateriales y ergonómicos:**
  - Ligeros: Las técnicas de la fabricación aditiva superan las restricciones con las que se encuentran las técnicas convencionales a la hora de aligerar el peso de un producto ( Trabajos adicionales de ensamblaje, dificultades de ajuste, limitaciones en el desmoldeo, etc) llegando incluso a aligerar solo aquellas partes del producto que el diseñador considere oportunas.
  - Multimateriales: A pesar de que existan técnicas convencionales que permiten unir varios materiales en una misma pieza, estas se encuentran con limitaciones a la hora de distribuir el material en todo el volumen de la pieza. La Fabricación aditiva fabrica piezas aportando simultáneamente varios materiales en un mismo sólido superando las limitaciones existentes, aportando funcionalidades nuevas y abaratando costes.

- Ergonómicos: Otra ventaja de la libertad geométrica que confiere la FA es la adaptación de los productos a las particularidades antropométricas de cada individuo, sin afectar a los costes de fabricación.
  
- **La fabricación aditiva permite fabricar simultáneamente las diferentes piezas de un producto** (Por ejemplo: Un rodamiento, un muelle y su soporte) sin necesidad de armados y ajustes posteriores.
  
- **Aceleración de la salida al mercado de nuevos diseños**: Se reducen los errores de comunicación entre los distintos participantes en un nuevo diseño y por consiguiente se reduce el tiempo necesario para obtener la primera versión de un producto y se acelera su salida al mercado.
  
- **Reducción de errores de montaje**: La Fabricación Aditiva permite la fabricación de una sola vez del producto acabado, evitando procesos de ensamblaje de componentes, reduciendo posibles errores durante el ciclo completo de producción y abaratando costes.
  
- **Reducción de costes de inversión en utillaje**: La Fabricación Aditiva permite prescindir de herramientas específicas o múltiples herramientas cuando se trata de series cortas de productos, lo que supone, no solo una gran flexibilidad de adaptación al mercado, sino una reducción o eliminación de costes asociados y de muchos procesos intermedios. Además, cuando no es viable prescindir de utillajes (caso de grandes lotes), las técnicas de la FA permiten simplificar la inversión en la fabricación de moldes, troqueles, plantillas...
  
- **Ahorro de material**. Con la Fabricación aditiva se elimina el desperdicio de material en forma de viruta de mecanizado... ya que la fabricación parte de un diseño 3D.

- **Menor riesgo de viabilidad económico- financiera a la hora de fabricar un producto novedoso:** La salida al mercado de un nuevo producto provoca una gran incertidumbre sobre cuál será su aceptación en el mercado y la cantidad que finalmente se va a vender. En este sentido, si se opta por la utilización de una tecnología convencional se tiene que una vez construido el molde, no llegar a las ventas previstas supone un riesgo que puede redundar en un desastre financiero, mientras que si se opta por la fabricación aditiva se puede plantear el negocio ajustado a los costes variables y bajar dramáticamente el nivel de riesgo.

Así, en términos generales, es importante recalcar que los procesos de fabricación aditiva son muy eficaces frente a otros procesos alternativos en las siguientes condiciones:

- Creación de un prototipo o primera pieza para su validación.
- Fabricación de una pieza única o tiradas muy bajas.
- Fabricación de piezas extremadamente complejas.

De esta forma se puede afirmar que con la Fabricación Aditiva se puede fabricar cualquier objeto al alcance de la imaginación humana y que el enorme potencial de sus ventajas permiten descubrir, no solo nuevas soluciones a productos actuales, sino aplicaciones radicalmente nuevas e incluso nuevos modelos de negocio basados en esta tecnología.

### LIMITACIONES/ BARRERAS DE ENTRADA

La Fabricación aditiva está viviendo un auge sin precedentes debido a que se pueden fabricar componentes de alta complejidad en un tiempo record y a un coste muy competitivo. No obstante, existen determinadas limitaciones que a pesar de ser superables y constituir retos para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, hacen que esta tecnología no se haya implantado aún de manera generalizada en muchos sectores.

Entre las **limitaciones/ barreras de entrada a los que se enfrenta la fabricación aditiva** cabe señalar:

- **Disponibilidad y coste de materiales:** La gama de materiales utilizada en la fabricación aditiva es escasa en comparación con la materia prima utilizada por los métodos convencionales. Además, el coste de adquisición de material por unidad de medida suele ser bastante superior debido a los bajos volúmenes de consumo actuales.
- **Acabado superficial de las piezas y velocidad de fabricación:** La velocidad de fabricación aditiva depende de la calidad de acabado que se desea del producto final. Para que en la superficie del producto final no se aprecie la fabricación por adición de capas de material, es necesario reducir el espesor de la capa lo que influye directamente en el tiempo de fabricación final. Así, mejor calidad de acabado mayor tiempo de fabricación.
- **Repetición del proceso:** La fabricación aditiva no ofrece precisión dimensional ni estabilidad en las propiedades físicas del producto (dureza, elasticidad, etc.), es decir no asegura que dos piezas que deberían tener las mismas dimensiones y propiedades físicas sean fabricadas de tal forma.
- **El tamaño de las piezas que se pueden fabricar a través de la impresión 3D es muy limitado** (en piezas de plástico se puede llegar a dos metros, mientras que empleando metales no se puede superar un cubo de 500 mm de lado)
- **Coste de la maquinaria:** Debido al limitado mercado actual, se tiene que el coste de la maquinaria supone una barrera de entrada para la fabricación aditiva. No obstante, hay que señalar que los precios varían mucho y se espera que el coste de esta maquinaria se vaya reduciendo conforme se vaya introduciendo en la industria, alcanzándose economías de escala.

- **Desconocimiento del proceso de fabricación aditiva:** Actualmente no existe un control de los parámetros que afectan al proceso de la fabricación aditiva y por consiguiente es complicado prever las consecuencias que la temperatura de la pieza, los soportes, la plataforma, las tensiones y sus dilataciones durante la fabricación tienen en las deformaciones y dimensiones finales de la pieza.

**Por otro lado cabe señalar las limitaciones que existen en los procesos auxiliares o colaterales:**

- **Software 3D:** A pesar de que hoy en día existen múltiples **software 3D** para diseñar sólidos y superficies complejas, se tiene que estos son un verdadero **cuello de botella** a la hora de crear productos realmente innovadores y radicalmente distintos a las soluciones actuales, ya que lo que no supone un problema para una máquina de Fabricación Aditiva si lo es para los programas de asistencia al dibujo actuales.
- **Manipulación de la materia prima y accesorios:** Actualmente, las operaciones relacionadas con la manipulación de la materia prima empleada para la fabricación aditiva, así como con la manipulación y manutención de los accesorios necesarios (placas, depósitos, etc.) son manuales y no existen soluciones para automatizarlas. Esto supone altas tasas de improductividad y operaciones sin valor añadido.
- **Separación de piezas de las placas de construcción:** La separación de las piezas acabadas del soporte de construcción se realiza de una manera muy laboriosa y poco eficiente, existiendo la posibilidad de generar deformaciones o roturas en la pieza que se acaba de fabricar.
- **Reciclaje de productos:** El reciclado de los productos fabricados con componentes multimateriales o que integran sistemas electrónicos embebidos, es complicado.
- **Desconocimiento por parte de los diseñadores industriales**

- **Propiedad intelectual:** Debido a la posibilidad futura de que el público en general pueda fabricar los productos de manera individual a partir de diseños de internet, obliga a que se tomen medidas a la hora de la propiedad intelectual de los diseños.

**Por último, cabe señalar que el coste de un producto fabricado a través de una máquina de impresión 3D viene determinado por:**

- **Coste de material:** El coste de material empleado en la fabricación aditiva es más elevado que el utilizado en el resto de tecnologías convencionales. No obstante, la fabricación aditiva evita el desperdicio de material, por lo que en ocasiones el balance puede ser favorable.
- **Coste de personal:** El personal dedicado a la fabricación aditiva debe tener una gran especialización en el tema, a diferencia del personal necesario para la utilización de tecnologías convencionales, no obstante, para la fabricación aditiva, se necesita menos mano de obra, ya que durante la fase de construcción la máquina para la impresión 3D trabaja sin necesidad de personal.
- **Coste de amortización de la maquinaria:** En general la maquinaria para la fabricación aditiva es más costosa que para la utilización de las tecnologías convencionales. No obstante, no existe amortización de utillaje ya que este no existe.
- **Coste de tecnología periférica:** Para implantar la tecnología de fabricación aditiva es necesario, además de una máquina de impresión 3D, ficheros digitales con los modelos que hay que reproducir.
- **Costes indirectos:** La imputación de los costes indirectos es proporcional al número de horas de trabajo (formación del personal, consumo de energía, costes de no calidad, etc.)

No obstante, para poder comparar correctamente la competitividad de un proceso de Fabricación Aditiva frente a otro tradicional, es necesario comparar el coste con el del valor añadido que le confiere al producto (libertad que puede suponer no depender de un costoso y rígido molde, los posibles cambios de diseño durante la vida del producto, la posibilidad de ajustar los lotes al número exacto que demanda el mercado, etc.), pues el coste de fabricación aditiva puede ser menor o mayor que el coste de un proceso convencional pero el valor añadido del producto suele ser bastante mayor.

### 3.4. Tecnologías Implicadas

Son muy diversas las técnicas de Fabricación Aditiva que permiten obtener piezas desde un archivo 3D (que sirve como plano para la impresora) “imprimiéndolas” de forma totalmente controlada sobre una superficie. Estas técnicas son un conjunto de tecnologías que permiten la creación de un objeto tridimensional mediante la adición, de capas sucesivas de distintos materiales.

Las diversas tecnologías se pueden clasificar según el aporte de material y el aporte de energía para la consolidación.

En cuanto al **aporte de material de construcción**, se tiene que se distinguen tres sistemas:

- **Punto:** Aportan selectivamente el material punto a punto mediante boquillas de inyección o extracción de un solo orificio. Es equivalente a un plotter de plumilla.
- **Línea:** Aportan el material en líneas o en conjuntos alineados de puntos mediante inyector multicanal. Es equivalente a una impresora matricial.
- **Lecho:** Aportan material en exceso y solo consolidan el que ocupa la posición deseada.

Por otro lado, según **el aporte de energía (generalmente en forma de calor o de luz ultravioleta)** para la solidificación del material y para la consolidación entre cada capa, se puede hablar de:

- **Sistemas 0D:** La energía se aplica focalizada en un punto y describiendo trayectorias
- **Sistema 1D:** La energía se aplica en forma de líneas
- **Sistema 2D:** La energía se aplica simultáneamente a toda la capa.

La combinación de los métodos de aporte de energía con el aporte de material, determinan los diferentes tipos de tecnologías de fabricación aditiva existentes, siendo los más conocidos:

Aporte de material	Aporte de energía		
	0D	1D	2D
Punto	Laser Consolidation FDM	-	-
Línea	-	Polyjet	-
Lecho	SLA, SLS, EBM, DMLS, SLM Laser Cusing	Zcorp Araldite MLS	DLP SMS

*Tecnologías de la fabricación aditiva. FUNDACIÓN COTEC PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA\_ DOCUMENTOS COTEC SOBRE OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS*

Entre las tecnologías de fabricación aditiva más relevantes y más utilizadas destacan:

- ✓ **Fused Deposition Modelling (FDM):** Consiste en la fusión selectiva de un hilo de plástico en un cabezal que a su vez va depositando el material capa a capa, formando una geometría 3D. La tecnología FDM se utiliza con termoplásticos de producción para fabricar piezas resistentes, duraderas y dimensionalmente estables con mayor precisión y repetibilidad que cualquier otra tecnología de impresión 3D. Esta técnica es la base de todas las impresoras 3D y se trata de la tecnología más popular en el ámbito doméstico por su simplicidad y bajo coste.
- ✓ **Estereolitografía (SLA):** La estereolitografía crea las piezas capa por capa mediante un láser ultravioleta que solidifica resinas de fotopolímero líquido. Suele emplearse para producir modelos de concepto, patrones maestros, prototipos de gran tamaño y patrones de moldeado.

- ✓ **PolyJet:** Se basa en curar la resina con múltiples haces de luz UV. Funciona de un modo similar a la impresión de inyección de tinta, pero en lugar de inyectar gotas en papel, inyectan en una bandeja capas de fotopolímero líquido que se pueden endurecer. La tecnología PolyJet ofrece un nivel excepcional de detalle, suavidad de la superficie y precisión, no obstante, y a pesar de que en los últimos años se han desarrollado materiales que imitan a los principales polímeros industriales, la principal desventaja que plantean este proceso es la necesidad de utilizar materiales especiales.
- ✓ **Sinterizado Selectivo por Láser (SLS):** El sinterizado por láser utiliza un láser de CO<sub>2</sub> para calentar y fundir polvo termoplástico duradero y crear piezas versátiles. Las piezas de producción y prototipos creados con SLS aportan soluciones ligeras y resistentes al calor y a los productos químicos. Cabe señalar que en este caso, todo el material en polvo que no se sinteriza, sirve de soporte para las piezas, y una vez finalizada la pieza, ese material puede ser retirado y reutilizado para la impresión de próximas piezas.
- ✓ **Sinterizado directo de metal por láser (DMLS):** El sinterizado directo de metal por láser funde materiales de metal y aleaciones en polvo con un láser de alta potencia para producir piezas resistentes de metal. El DMLS crea piezas de metal totalmente acabadas, como herramientas y piezas de producción para distintos sectores.
- ✓ **Selective Laser Melting (SLM):** Se trata de la fabricación aditiva mediante fusión de lecho de polvo y es una de las tecnologías más extendidas para la fabricación de piezas metálicas. El proceso se basa en fabricar piezas 3D mediante la fusión de una capa de polvo que se ha depositado previamente sobre la capa generada en la operación anterior. El material en polvo se funde únicamente en aquellos puntos donde se requiere añadir material, resultando así en un aporte selectivo de material. Esta tecnología tiene la ventaja de fabricar una pieza desde cero y conseguir geometrías muy complejas con precisiones y calidades superficiales razonablemente buenas pero plantea limitaciones en el tamaño de las piezas y es poco competitiva si es necesario fabricar una tirada alta de piezas ya que el tiempo dedicado por pieza es elevado.
- ✓ **Electron Beam Melting (EBM):** Similar a la tecnología SLM pero en lugar de utilizar un láser UV para derretir el polvo, utiliza un haz de electrones.

- ✓ **Laser cladding o aporte directo de metal (DLMD):** La principal diferencia respecto a los procesos de fabricación aditiva de lecho de polvo, es que en este caso, se parte ya de una pieza fabricada por métodos convencionales (fundición, forja, mecanizado, ...) y sobre ella se aporta material para generar una estructura o un detalle con propiedades personalizadas. El láser cladding combina una gran versatilidad de formas con una integridad estructural buena y puede emplear y/o combinar una gran variedad de materiales de aporte como aceros, aleaciones de base níquel, aleaciones de titanio e incluso materiales cerámicos. Este proceso se emplea tanto para fabricación aditiva de detalles o estructuras sobre una pieza previamente fabricada, como para reparar zonas dañadas. Se trata de una solución híbrida donde se combinan operaciones de mecanizado y aporte de material sobre una misma plataforma, lo que permite partir de una pieza simple y añadir material en zonas que se precise más complejidad geométrica y posteriormente realizar el acabado por completo por mecanizado, manteniendo el mismo origen en todo momento.
  
- ✓ **Etc.**

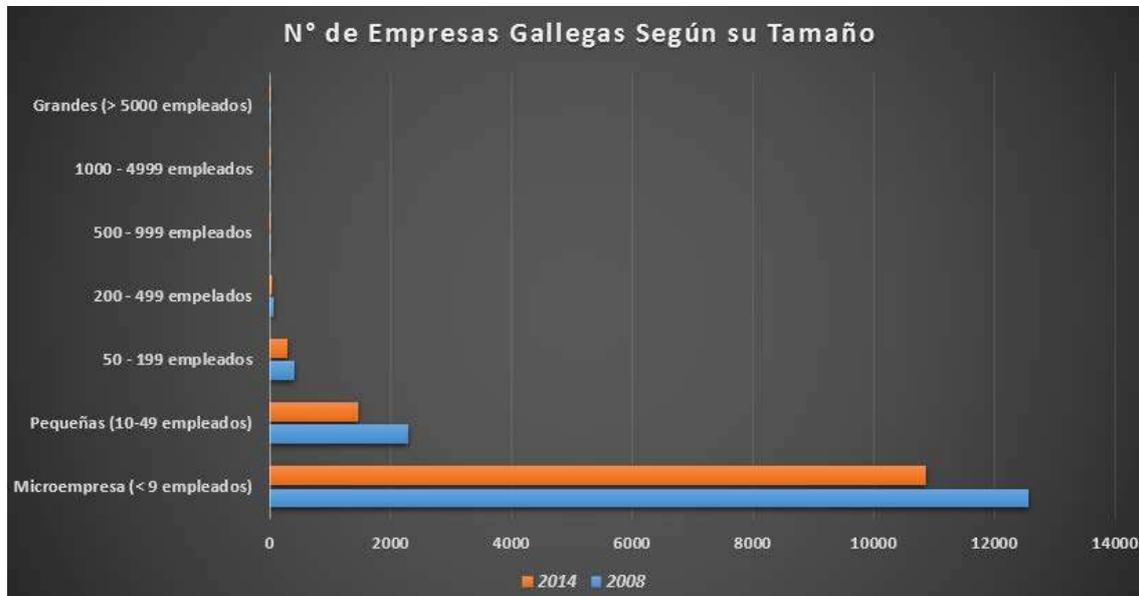
Por último, señalar que debido a la gran apertura que estas tecnologías tuvieron hacia el público general, se tiene que, actualmente, las impresoras 3D se dividen en 2 categorías: Impresoras hogareñas que suelen utilizar las tecnologías del tipo FDM o "Modelado por deposición de material fundido", e impresoras profesionales que pueden imprimir en múltiples materiales y con mayor precisión. No obstante, las impresoras hogareñas pueden ser utilizadas por compañías industriales para las primeras etapas de prototipado y las impresoras profesionales pueden ser usadas por el público en general, en talleres de fabricación FabLabs o mediante proveedores del servicio.

## 4. Oportunidades de Negocio con los Sectores Tractores de la Economía Gallega

Los sectores económicos de la comunidad de Galicia con mayor crecimiento durante los últimos años, y de acuerdo a factores como rápida evolución, volumen de facturación, proyecciones a corto y largo plazo e inversiones directas realizadas, se obtienen que son los siguientes:

- ✓ **Pesca.**- Aportó durante los años 2014 y 2015 alrededor del 2,1% del PIB de Galicia y un 3,2% del empleo.
- ✓ **Automoción.**- Equivale aproximadamente a más de 6.800 M€ de facturación y al 12% del PIB gallego. Supone, así mismo, un 32% del total de las exportaciones de la comunidad.
- ✓ **Naval.**- A pesar de que se encuentra en recuperación, más del 25% de los astilleros producidos en España durante el 2015 fueron provenientes de Galicia. Así mismo, aporta alrededor de un 2% al PIB.
- ✓ **Maderero.**- Galicia es la primera productora de madera de España. Su facturación asciende a 1.744 M€ con más de 3.000 empresas en la región. Supone un 3,5% del PIB gallego para el año 2015.
- ✓ **Textil.**- Su facturación en el año 2015 alcanzó un total de 22.400 M€, así como sus exportaciones crecieron hasta un 15% con respecto al año anterior. Lo integran alrededor de 300 pequeñas y medianas empresas.
- ✓ **TICs.**- Representa el 4,8% del PIB. En los años 2010-2015 ha tenido un crecimiento de hasta un 45%. Es el máximo impulsor de I+D+i.

En el siguiente gráfico se observa la comparativa entre el año 2008 y el año 2014 de la clasificación de las empresas gallegas, según su tamaño (por número de empleados):



*Nº de empresas gallegas según su tamaño. Elaboración propia. Datos extraídos del INE.*

Dentro de las oportunidades que se detectan dentro de la industria gallega se encuentran las siguientes:

- ✓ Gran aumento en exportaciones (crecimiento del mercado internacional).
- ✓ Capacidad de emprender negocios nuevos (Startups y Pymes).
- ✓ La gran riqueza natural con que cuenta Galicia.
- ✓ Posición geográfica clave para la comercialización.
- ✓ Gran potencial de crecimiento para la industria energética.
- ✓ Reformas en políticas públicas más adaptadas a los sectores y para el logro de objetivos comunes.
- ✓ Demanda con respecto a servicios avanzados.
- ✓ Creación de diversos centros, asociaciones, clusters, aceleradoras e instituciones para lograr sinergias de investigación, emprendimiento e innovación.
- ✓ Surgimiento de proyectos en colaboración.
- ✓ Presencia de industrias tractoras y de sectores industriales líderes a nivel nacional.

- ✓ Notable crecimiento de la aplicación de tecnología alta tanto para grandes como medianas empresas.

Por último, cabe señalar que la industria gallega ha tenido un considerable crecimiento durante los últimos años y ha centrado sus objetivos en acciones específicas para consolidarse más dentro del mercado nacional e internacional. Una de ellas es la apuesta por el desarrollo de la Industria 4.0, ya que esta le permitirá a muchos de los sectores y de las empresas, tanto grandes, como medianas y Pymes, poder alcanzar una mayor competitividad y beneficiarse de grandes ventajas como lo son la reducción de costes, automatización, mejora en la calidad de sus productos y tener un mejor control de todos sus procesos.

## 5. Oportunidades de Negocio en el Marco de la Fabricación aditiva- Impresión 3D

A pesar de que inicialmente la fabricación aditiva parecía estar reservada a la industria médica, militar y aeroespacial, se tiene que en los últimos años, las tecnologías relativas a la impresión 3D constituyen un conjunto de tecnologías emergentes que se están introduciendo, de una manera creciente, en diversos sectores y en el propio ámbito doméstico.

Se puede decir que la fabricación aditiva se está convirtiendo en un fenómeno que va más allá de la fabricación de componentes ya que, actualmente, esta tecnología es utilizada por diferentes usuarios para generar prototipos de urbanizaciones, material deportivo, vestidos, etc. y, además, es común observar una impresora 3D en escuelas, universidades, centros de diseño, etc.

A continuación, se detallan algunos de los **sectores y aplicaciones donde las tecnologías de Fabricación Aditiva son empleadas y aún disponen de gran potencial de crecimiento**, bien como proceso sustitutivo de los procesos convencionales (sustractivos o conformativos) o bien como único proceso que permite, con sus ventajas y sus limitaciones, el diseño y la ejecución de soluciones con mayor valor añadido, menores costes o simplemente más rápidas:



### Sector médico

El sector médico, se trata de uno de los sectores donde más se utiliza la fabricación aditiva. El interés de este sector en la fabricación de productos a través de la fabricación aditiva, radica en que:

- Existe la necesidad de fabricar piezas irrepetibles adaptadas a cada paciente, cada doctor y cada tratamiento.
- Los modelos geométricos son muy complejos (para adaptarse bien al cuerpo humano), lo que imposibilita optar por métodos convencionales de fabricación.
- Existe una estrecha relación entre los sistemas de captura de datos médicos (TAC, escáner...) y las técnicas de tratamiento de ficheros 3D, lo que hace que no sea necesario un largo proceso de integración.
- Permite a los médicos, investigadores y fabricantes de aparatos médicos trabajar más rápido, hacer ensayos más exhaustivos y personalizar la atención al paciente.
- Permite la optimización de los diseños de forma rápida y económica para que estos puedan ser lanzados al mercado lo más rápidamente posible.

Actualmente, dentro del sector médico se pueden distinguir **diversos campos de aplicación**:

- **Biomodelos:** La complejidad y singularidad de los modelos a fabricar así como la urgencia en determinadas ocasiones, son circunstancias que hacen que la fabricación aditiva sea la alternativa más adecuada para la fabricación de estos productos. En este caso, la aplicación aditiva más demandada está siendo la reproducción de partes (o totalidad) del cuerpo humano, que permite al cirujano planificar a la perfección una compleja intervención quirúrgica, reduce el riesgo de errores y replanificaciones durante la propia operación y limita al mínimo el tiempo de exposición en el quirófano.
- **Implantes artificiales personalizados:** En este campo, cabe señalar que:
  - La fabricación personalizada de las carcasas plásticas para los implantes de oído es una de las primeras aplicaciones de éxito de la fabricación aditiva.
  - El campo de implantes dentales es uno de los más avanzados en el empleo de tecnologías de fabricación aditiva.

- Las ventajas que ofrece las tecnologías de la Fabricación Aditiva para la fabricación de piezas únicas personalizadas, ofrecen posibilidades reales para la fabricación de prótesis individuales de geometría muy compleja, de una manera rápida (de un día para otro) y de forma competitiva en costes con altos niveles de calidad.
- **Utillaje para las intervenciones:** La fabricación de las piezas del instrumental médico supone un campo de aplicación ideal para la Fabricación aditiva debido al altísimo grado de complejidad de su geometría y a las exigencias de personalización. La utilización de esta técnica supone tanto una ventaja funcional como un ahorro de costes.

De esta forma, podemos concluir que una de las aplicaciones más innovadoras y útiles que se le puede dar a las impresoras 3D es la que encontramos en el sector médico, pues gracias a esta tecnología se ha podido imprimir partes del cuerpo humano así como órganos con material compatible con el tejido orgánico.

### Sector aeronáutico

Durante la última década, los innovadores del sector aeroespacial han llevado la impresión 3D más allá del ámbito del prototipado para empezar a usarla en aplicaciones avanzadas de herramientas y producción. Actualmente, las piezas impresas en 3D son algo habitual en los aviones y las naves espaciales, lo cual consolida que la fabricación aditiva es un pilar importante dentro de la ingeniería aeroespacial, reduciendo el peso, el número de piezas, las restricciones de diseño y los riesgos de la cadena de suministro, y por consiguiente, generando nuevas eficiencias para el sector aeroespacial.

Podemos decir que la fabricación aditiva tiene un perfecto encaje en el sector aeronáutico, al tratarse de un sector donde: Existen bajos volúmenes de fabricación; es necesario una correcta relación entre la resistencia mecánica de las piezas y su peso y es necesario utilizar geometrías complejas y personalizadas.

En la actualidad, el gran lastre de las piezas fabricadas a través de la impresión 3D es su homologación que afecta tanto a los nuevos diseños como al propio proceso. No obstante, cabe señalar que según se avance en los procesos de homologación, la fabricación aditiva cobrará un importantísimo papel en el sector aeronáutico. Actualmente, las principales constructoras de aviones están valorando incorporar estas tecnologías en sus futuros desarrollos.

Las **primeras aplicaciones en este sector** se tratan de:

- **Componentes de plástico para conducciones de aire:** La posibilidad de diseñar y fabricar este tipo de geometrías complejas de una sola vez y en bajos volúmenes, hace que la fabricación aditiva encuentre su primer nicho en este sector.
- **Álabes de turbinas de motores.**

Por último, cabe señalar que, dentro del sector aeronáutico, es muy empleada la combinación del proceso aditivo (que permite acercarse a la geometría final de la pieza) con un proceso convencional (sustractivo o conformativo).

### Sector automoción

A pesar de que los diseñadores del sector de la automoción se encuentran bastante limitados a la hora de utilizar la impresión 3D para la fabricación de componentes, debido, fundamentalmente, al actual modelo de negocio basado en grandes series, se tiene que la fabricación aditiva está teniendo una importante repercusión en la fabricación parcial o total de moldes de inyección.

Además, cabe destacar que otra aplicación natural de la impresión 3D, dentro del sector de automoción, se da en el mundo de la Fórmula 1, donde los requisitos de resistencia mecánica con reducción de peso, personalización de cada escudería, exigencias aerodinámicas actuales, escaso volumen de unidades y necesidad de disponer de nuevos rediseño mejorados en muy poco tiempo, convierten al proceso de fabricación aditiva como la única alternativa posible para la creación de piezas.

Una mayor **aplicación de la fabricación aditiva en este sector**, tan sólo se daría si:

- Las máquinas de impresión 3D mejorasen incrementando aspectos, tales como:
  - o Los niveles de productividad;
  - o La capacidad de fabricar de manera estable dentro de unas tolerancias estrictas;
  - o La calidad de los acabados
  - o La gama de materiales disponibles.
  - o Etc

- O bien, se produjera un cambio de mentalidad en el usuario, y por lo tanto en el modelo de negocio, hacia la personalización del automóvil, de tal manera que fabricantes y proveedores se viesen obligados a acelerar la incorporación de la fabricación aditiva.

### **Sector del molde y matricería**

Actualmente, la aplicación principal de la fabricación aditiva en este sector se da en la construcción de moldes, pero su utilización es posible en cualquier proceso de fabricación de utillaje, por ejemplo, de matricería.

En ocasiones no se utiliza la tecnología para fabricar completamente el molde, sino que se optimiza su utilización aplicándola a algunas zonas (insertos), puesto que de otra manera su fabricación sería muy complicada o el plazo no sería competitivo.

### **Sectores intensivos en diseño: joyería, juguetería, arte y moda**

La libertad en el diseño unida a la personalización y la rapidez, así como a la escasa infraestructura que requiere la fabricación aditiva, hacen que esta tecnología tenga una singular acogida entre los diseñadores de productos de gran consumo.

En el competitivo campo de los productos de consumo, la impresión 3D interna mejora la colaboración, reduce los plazos de lanzamiento al mercado y ayuda a mantener guardados los dispositivos nuevos hasta su lanzamiento.

#### **I. Joyería**

Concretamente, en el **sector de la joyería** la aplicación de la fabricación aditiva se inició como medio para un prototipado rápido de los diseños, que permite obtener piezas máster (en cera, por ejemplo) que luego son fundidas para obtener la pieza final en el material deseado. No obstante, y a pesar de la limitación en la gama de materiales, se tiene que, hoy en día, la aplicación de la fabricación aditiva, en este sector, se ha orientado hacia la fabricación directa de joyas.

#### **II. Juguetería**

Hoy en día, gracias a la impresión 3D, se pueden diseñar juguetes adaptados a los deseos de cada niño. Señalar que una de las tecnologías aditivas que se utilizan, en este caso, es la tecnología PolyJet que puede representar detalles delicados, superficies homogéneas, texturas divertidas, materiales diversos y colores vivos en un único proceso de fabricación automatizado.

### III. Arte

La Fabricación Aditiva se aplica en el mundo del arte en los siguientes aspectos:

- Reproducciones en 3D de cuadros famosos
- Dibujo de estructuras tridimensionales a mano sin necesidad de tener una base de pape, a través del *eLix 3D pen* que se trata de la impresora 3D más pequeña del mundo que funciona de forma parecida a una pistola térmica pero siendo capaz de generar filamentos de plástico muy finos que se secan muy rápidamente. Tiene un potencial ilimitado en el arte, el diseño y la arquitectura.

### IV. Moda

El sector de la moda también está innovando a través de la impresión 3D, creando modelos a medida para cada persona.

En este sentido, cabe señalar que en lo que respecta a los prototipos de artículos deportivos, estos requieren una combinación de materiales rígidos y flexibles. La tecnología PolyJet es ideal para los diseñadores de estos artículos ya que con esta tecnología se puede crear prototipos con varios materiales y colores en un solo proceso automatizado.

A parte de los sectores mencionados, que ya han descubierto las ventajas de aplicación de las tecnologías de la fabricación aditiva en sus mercados actuales, existen otros sectores o mercados, donde su aplicación no resulta tan evidente, pero suponen **importantes nichos de mercado latente**:



### **Industria manufacturera en general**

En el sector manufacturero, las tecnologías de fabricación aditiva pueden tener gran aplicación fuera del propio producto que comercializa, como por ejemplo en el utillaje específico para aplicaciones de manipulación (garras para manipuladores, robots...), utillaje de fabricación, útiles de asistencia para facilitar ensamblajes o la mejora de la ergonomía de herramientas o puestos de trabajo. La aplicación de la fabricación aditiva en este campo supone el ahorro de costes de inmovilizado considerables ya que, tanto los modelos de repuestos como de utillajes, se pueden almacenar en forma de ficheros CAD que se materializan justo en el momento que se demandan.

Por otro lado, cabe señalar que, actualmente, se llega a fabricar, a través de la impresión 3D, productos textiles, trajes, lámparas, bolsos, etc. que, a pesar de no ser demasiado afinados y estar limitados por los materiales disponibles, se tratan de productos con un alto valor añadido que no compiten por precio sino por diseño y originalidad. Estos productos se irán desarrollando de manera paralela a los procesos de fabricación aditiva lo cual abrirá un mundo de posibilidades en muchos sectores.

Por todo ello, se requiere trabajo conjunto entre expertos de la fabricación aditiva y expertos sectoriales para entrar en las fases iniciales del diseño, y de esta forma facilitar la producción por estas tecnologías con viabilidad técnica y económica.

### **Avatares personalizados**

Teniendo en cuenta que el mercado de los videojuegos crece exponencialmente a nivel mundial y que la personalización de los personajes que aparecen en los videojuegos es una tendencia cada vez más popular, es evidente que este entorno crea una nueva oportunidad de mercado ( "Materialización del avatar") que se trata de imprimir / reproducir un modelo 3D a través de tecnologías de fabricación aditiva .

### **Fábrica personalizada**

Se contempla la posibilidad de que sean los usuarios finales quienes diseñen o configuren el producto a partir de un soporte web, y envíen el modelo digital a una «fábrica» que puede estar deslocalizada, o incluso a una impresora 3D local en su propio domicilio.

Así, si el consumidor final se implica con programas CAD de fácil uso y se pone directamente en contacto con el fabricante (que puede ser él mismo), esto podría suponer una considerable reducción de costes, inventarios y tiempos de entrega.

### **Fábrica itinerante**

Este nicho de mercado surge de la necesidad de fabricar piezas en zonas donde, en principio, no se puede disponer de toda la infraestructura necesaria. En estos casos, si se dispone de una sencilla máquina de Fabricación Aditiva y de ficheros con los modelos digitales de las piezas que se necesitan, la necesidad queda cubierta (Ejemplo: Disponer de piezas de recambio en una expedición militar)

No obstante, cabe señalar que a pesar de que algunos sectores si han sabido explotar las ventajas que la fabricación aditiva aporta (medicina; educación; automoción, sector aeronáutico; sector militar; arquitectura; etc) se tiene que existen sectores industriales donde esta tecnología no se ha implementado de manera extensa ya que, por una parte, se deben resolver algunas limitaciones del propio proceso, así como de elementos periféricos al mismo, y, por otra parte, esta tecnología todavía es bastante desconocida por potenciales usuarios, que no son conscientes de las enormes ventajas que puede aportar frente a otros procesos, en muchos nichos de mercado. Por ello, es necesario profundizar en adecuados análisis de coste/beneficio en muchos sectores industriales y económicos, con el objetivo de avanzar en la implantación de los procesos aditivos.

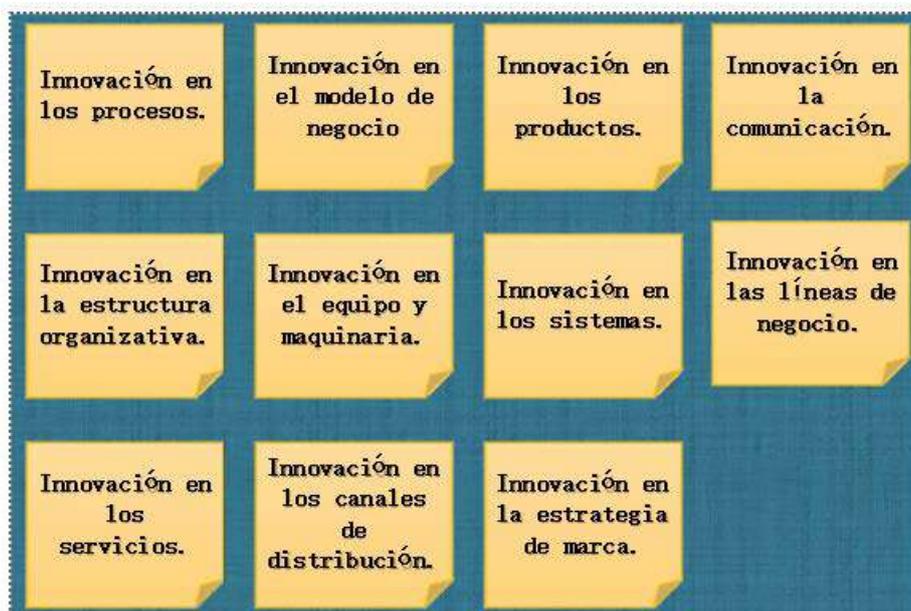
## 6. Claves para Detectar Ideas de Negocio 4.0

### 6.1. Claves para detectar ideas de negocio en el ámbito de la Industria 4.0

Es importante que al querer desarrollar e implantar una idea de negocio relacionado con una de las tecnologías de la Industria 4.0, se tengan en cuenta los siguientes factores:

- El equipo (personal) con el que se cuenta
- El mercado a abarcar
- Las capacidades financieras
- La rentabilidad del negocio
- La relación del giro o sector del proyecto a desarrollar con la Industria 4.0
- Las oportunidades que puedan encontrarse en el exterior
- La penetración al mercado del producto/sistema a desarrollar
- La identificación de los clientes potenciales.

La Industria 4.0 es aplicada principalmente para fomentar la innovación y mejorar los procesos y productos de organizaciones ya existentes. Para lograr esto, es importante detectar primero qué tipo de innovación es la que se desea lograr en el negocio:



*Tipos de Innovación. Elaboración propia.*

Por lo tanto, con la Industria 4.0, según AMETIC, se pretende como objetivo principal lograr la “hibridación de la cadena de valor de los sectores industriales y el uso de aplicaciones TIC para mejorar la competitividad de las empresas”; y esto se logrará a través de 4 componentes básicos:

1. Habilitadores Tecnológicos 4.0.
2. Nuevos modelos de negocio o producción 4.0.
3. Nuevos servicios industriales 4.0.
4. Nueva formación 4.0.

## 6.2. Perfil del Emprendedor 4.0

Una de las principales dudas o cuestiones que surgen a la hora de identificar talento emprendedor para startups 4.0 suelen ser las siguientes:

- Tendrá el emprendedor que ser un experto tecnólogo para dominar la tecnología y poder ofrecer un valor diferenciado?
- Tendrá que atesorar experiencia en el sector o sectores al que va dirigido el producto o servicio de mi nueva empresa?
- Deberá tener suficientes recursos financieros como para aguantar los primeros años a los que suelen denominarse como “Valle de la Muerte” hasta que no se consigue empezar a vender, cobrar y recuperar paulatinamente las inversiones iniciales.

La respuesta no es fácil pero parece que existir un consenso amplio en cuanto a que el emprendedor 4.0 en primer lugar no deber ser un único emprendedor sino un agregador de **experiencias** complementarias y que suelen exigir que el equipo emprendedor aporte de manera compensada experiencia en los siguientes campos:

- Experiencia en gestión empresarial.
- Experiencia en el sector o sectores donde se va a aplicar la tecnología.
- Experiencia en la propia tecnología
- Experiencia en la búsqueda de financiación especialmente para la fase de inicio de la empresa.

- Formación tecnológica sólida, tanto en las tecnologías 4.0 como en aquellas tecnologías que las empresas ya tienen implantadas y las que tendrá que interactuar y buscar una integración adecuada.
- Conocimientos específicos de la tecnología a abarcar.
- Una idea de solución técnica a un problema en específico detectado dentro de algún sector de la industria.
- Una idea de creación de un nuevo negocio relacionado con alguna de las tecnologías de la Industria 4.0.

En el apartado 7 de la presente guía se detallará más ampliamente sobre las nuevas competencias que están surgiendo en relación con la Industria 4.0.

### 6.3. Claves para detectar ideas de negocio en el ámbito de la Fabricación Aditiva

La tecnología de la Fabricación Aditiva crece cada año a un ritmo inigualable comparado con otras tecnologías de fabricación, lo que significa que realmente está suponiendo una revolución para muchos sectores productivos como el de la medicina, aeroespacial, automoción, productos de consumo, etc. En este sentido, a la hora de crear un negocio en el ámbito de la impresión 3D, existen múltiples decisiones que tomar en cuanto a qué habilidades vale la pena aprender, en qué industrias ir a trabajar, en qué empresas invertir, cuáles son los posibles nuevos negocios que podemos empezar y qué nuevos tipos de trabajos van a ir surgiendo a raíz de la revolución de las tecnologías aditivas.

Para analizar e identificar las diferentes ideas de negocio, existentes en el marco de la fabricación aditiva, podemos **distinguir tres categorías principales donde identificamos nuevas oportunidades de negocio orientadas al diseño de software, modelos de impresión, servicios de distribución, etc.**

- **Hardware, Software y Materiales.** Esta categoría se trata directamente de la producción de impresoras y creación de software y materiales. Las oportunidades de negocio en esta categoría son enormes pero muchas requieren habilidades técnicas de ingeniería y desarrollo de software:

- Hardware: La alternativa de crear impresoras 3D es una opción realista si se dispone de conocimientos sólidos de ingeniería electrónica y software. No obstante, cabe señalar que competir a base de coste es muy arriesgado por lo que, antes de apostar por la producción de impresoras 3D, es importante definir un nicho de mercado específico u otra ventaja competitiva.
- Software: La mayoría del software que existe hoy en día para crear modelos digitales no es adecuado para la época de impresión 3D, lo que supone una oportunidad de negocio, siendo una alternativa interesante la de focalizar el software a mercados específicos.
- Materiales: La gama de materiales disponibles para el uso en impresión 3D sigue siendo muy limitada en comparación con tecnologías de producción tradicionales. Por ello, se puede pensar que su ampliación puede ser una oportunidad enorme para personas que tengan experiencia en química y ciencia de materiales.
- **Suministro y Servicios**: Se trata de las oportunidades que surgen de proveer el ecosistema de servicios para la Tecnología de Impresión 3D (Por ejemplo, exportación e importación de impresoras y materiales, dar cursos de capacitación en software de modelado digital, espacios de coworking y cafés de impresión 3D, etc.)
  - Comercialización de las impresoras 3D: A medida que la demanda de impresoras 3D crece, existe mucha demanda para importación y exportación de estos productos, y también para comerciales que sean expertos en el tema y puedan aconsejar a los clientes acerca de qué tipo de tecnología les conviene comprar para las aplicaciones específicas en su negocio.
  - Centros de servicio técnico: Al tratarse de un dispositivo que involucra movimiento mecánico se tiene que la necesidad de contar con un servicio técnico adecuado es alta, lo cual abre oportunidades para el trabajo freelance y para establecer centros de servicio técnico que pueden trabajar de una forma independiente o ser proveedor a los proveedores principales.

- Espacios de Coworking: Al no existir impresoras 3D universales pero si existir la necesidad, por parte de los diseñadores e investigadores, de disponer de varias tecnologías a la vez, surge la oportunidad de negocio de instalar varias tecnologías de impresión 3D en espacios de trabajo compartido, donde los diseñadores e inventores pueden pagar por uso.
  - Diseñador digital freelance: Dado que la impresión 3D va a seguir aumentando en popularidad, se tiene que la profesión de diseñador digital va a ser altamente demandada.
  - Consultoría tecnológica 3D: Hoy en día todavía existe un gran desconocimiento de la impresión 3D, por lo que la educación y concienciación en empresas, colegios e instituciones para transmitir las ventajas y virtudes de la fabricación aditiva se convierte en una oportunidad de negocio todavía por explotar.
  - Creación de plataformas digitales de contacto: Un nicho de mercado latente está en crear una plataforma que ponga en contacto a diseñadores, propietarios locales de impresoras 3D con personas y empresas que quieran productos.
- **Las nuevas modalidades de producción que surgen a través de las tecnologías de impresión 3D:**
    - Producción de Coyuntura: Aprovechar el momento en que un determinado producto tenga una alta demanda, es una de las grandes ventajas que aporta la impresión 3D.
    - Repuestos: Imprimir repuestos es una aplicación de la impresión 3D cada vez más demandada (Por ejemplo, con la impresión 3D, un taller puede tener un catálogo de repuestos casi infinito) puesto que en ocasiones es más económico utilizar la impresión 3D que utilizar las modalidades más tradicionales.
    - Personalización: Cualquier sector de la economía donde la personalización agrega mucho valor es una buena oportunidad de negocio para el uso de impresión 3D (mercados de personalización de inhaladores, aparatos dentales, audífonos, aparatos médicos, etc.)

Una vez escogida la categoría con la que el emprendedor se identifica mejor, es cuando se debe pensar en los clientes y responder a preguntas tales como: ¿Qué es lo que ofrezco? ¿Qué recursos necesito? ¿Cómo lo ofrezco? ¿Quién está interesado en lo que ofrezco?.

A continuación, se muestran algunas claves de utilidad para identificar ideas de negocio o proyectos en relación con la tecnología de fabricación aditiva:

- Preguntas de partida:
  - ¿Cómo es el entorno empresarial y que posibilidades ofrece?
  - ¿Qué información se puede conseguir para detectar oportunidades y que no ha sido actualmente explotada?
  - ¿De qué manera se puede diferenciar la idea de negocio del de mis competidores?
  - ¿Qué datos clave puedo obtener de los clientes del negocio?
  - ¿A qué sector/ sectores nos dirigimos?
  - ¿Qué recursos necesitamos?
  - Etc.
- Considerar el desarrollar una idea de negocio que pueda ser adquirida por una empresa grande.
- Poseer un buen planteamiento de la relación entre las tecnologías de fabricación aditiva a utilizar y los objetivos a perseguir.
- Desarrollar productos que otorguen soluciones óptimas específicas, pero que a la vez puedan ser adaptados a mercados diferentes.
- Conocer bien el sector que se quiere abordar: A la hora de aplicar soluciones de impresión 3D a nuestros potenciales clientes, no sólo basta con tener un conocimiento detallado de las características y posibilidades de los diversos productos disponibles, sino también de los conocimientos técnicos de cada una de las áreas industriales en las que aplicaremos nuestros productos: qué procesos pueden mejorar, en qué fase de la producción es más rentable implementarlos, qué balances de inversión y ahorro en costes supone, etc. Pues cada uno exige de unas características y un desarrollo e implantación completamente diferentes.



- Contar con una información veraz y actual sobre las capacidades reales de una u otra tecnología de fabricación aditiva así como de sus posibles inconvenientes, pues la idea es convertirse en la referencia informativa para el cliente y mejorar calidad de resultados.
- Analizar si es posible que con la misma tecnología, pero con diferente gestión, se pueden abarcar otros mercados colaterales.
- No ignorar la exploración de los datos internos de las empresas. No centrarse únicamente en los externos.
- Centrarse más en la necesidad del mercado que en la propia tecnología.

## 7. Competencias Profesionales 4.0

Así como la Industria 4.0 está afectando en gran profundidad al proceso productivo y logístico de las organizaciones, también está siendo motivo de cambios de políticas en las áreas de Recursos Humanos, pues al transformar y modernizar el modelo de negocio tanto operativo como estratégico, se tiene que buscar personal con nuevas cualificaciones y competencias que puedan cubrir los puestos que tengan total o parcial relación con las tecnologías de información y los nuevos sistemas y herramientas a adoptar. Por lo tanto, nuevas competencias se están buscando en los trabajadores e, incluso a veces, nuevos puestos de trabajo tienen que surgir para poder aplicar con eficiencia y de manera más óptima alguna de las tecnologías que conforman esta Cuarta Revolución Industrial.

INDUSTRIA 4.0.	
COMPETENCIAS REQUERIDAS	CONOCIMIENTOS REQUERIDOS
Solucionador de problemas	Conocimiento de las herramientas tecnológicas emergentes
Toma de decisiones	Conocimiento de la visión y objetivos de la empresa en la Industria 4.0
Innovación digital y abierta	Conocimientos de programación
Creatividad	Conocimientos de "economía digital"
Capacidades cognitivas	Conocimientos digitalización
Flexibilidad / Adaptación al cambio	Conocimientos de Data Science (Ciencia de datos)
Pensamiento estratégico / Sistémico	
Autogestión del tiempo / Autodesarrollo	
Idiomas	
Co-creación en proyectos	
Habilidades de comunicación	
Gestión adecuada de la cadena de valor	

**Tabla 1. Nuevas competencias y conocimientos requeridos para Industrias 4.0. Elaboración propia.**

Como se dijo anteriormente, la Industria 4.0 también está siendo responsable de la creación de nuevos perfiles de puestos, mismos que son requeridos específicamente para el ámbito de las TICs. La Universidad de Navarra, en su estudio sobre los *Perfiles Profesionales del Sector de Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación*, destaca los siguientes puestos como los más importantes en esta nueva era industrial:

Puestos de Trabajo para Industrias 4.0	Analista programador	Técnico de asistencia remota	Técnico de hardware	Especialista en georeferenciación
	Técnico en redes y sistemas	Técnico de instalación y mantenimiento de microinformática	Técnico en automatización y robótica	Especialista en e-health
	Técnico en mantenimiento eléctrico	Responsable en sistemas TICs	Responsable de servicio de soporte	Diseñador gráfico
	Arquitecto en sistemas	Analista funcional	Jefe de proyecto	Jefe de cuentas
	Consultor software	Técnico de instalación y mantenimiento de redes	Especialista en realidad virtual	Desarrollador web

Tabla 2. Perfiles de trabajo para Industrias 4.0. Fuente: Estudio "Perfiles Profesionales del Sector de Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación" de la Universidad de Navarra.

Según la Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones y Contenidos Digitales (AMETIC), los nuevos perfiles profesionales deben ir evolucionando a la par del crecimiento y transformación de las tecnologías, así como del crecimiento de sus usuarios. La asociación, entonces, simplifica que los perfiles deben de estar “ligados a las tecnologías, sus aplicaciones, a sus servicios y a sus negocios asociados.”

## 8. Consideraciones sobre las Necesidades de Financiación de una Start-up 4.0

Cualquier start-up requiere una profunda reflexión y de manera temprana para la correcta determinación de las necesidades de financiación derivadas de la inversión que acometerá a lo largo de los primeros años tanto en materia de activos corrientes como de activos no corrientes.

Sin embargo las nuevas empresas que nacen a partir de la aplicación de tecnologías 4.0 al mercado suelen tener unas mayores necesidades de financiación que empresas de otras áreas de negocio, derivado de los siguientes aspectos:

En cuanto a las **necesidades de inversión a largo plazo** o activos corrientes:

- La tecnología a aplicar suele requerir una maduración o un perfeccionamiento antes de su aplicación práctica en el mercado. Dicho proceso de maduración tecnológica suele ser intensivo en el uso de recursos humanos cualificados, capital y medios tecnológicos, lo que provoca un aumento de las necesidades de inversión y, por lo tanto, de financiación durante los primeros años especialmente. Llegar a un nivel TRL 9 suele requerir un importante esfuerzo inversor pero imprescindible para asegurarse que la tecnología es eficaz y eficiente en un entorno real.
- Las start-ups 4.0 se suelen orientar a mercados internacionales por lo que desde el primer momento las empresas nacen ya globales y con una estrategia de expansión ambiciosa que vuelve a redundar en mayores necesidades de inversión y financiación del crecimiento internacional.
- Al ser empresas intensivas en tecnología suelen venir acompañadas de fuertes inversiones en instalaciones y también en equipamientos costosos con un período de obsolescencia rápido.
- En ocasiones deben adquirir una patente o pagar por derecho de uso de tecnologías protegidas de terceros o si la empresa es propietaria de la tecnología invertir en la protección de la tecnología frente a terceros.

En cuanto a las **inversiones a corto plazo** o en activos corrientes:

- Al ser tecnologías muchas de ellas emergentes, el mercado no siempre está enteramente predispuesto a incorporar y adoptar dichas tecnologías por lo que el período de introducción comercial se suele demorar ocasionando importantes costes de comercialización.
- Al ser el perfil de cliente tipo de estas empresas, clientes de tamaño mediano o grande (para rentabilizar la introducción de estas tecnologías) los periodos de cobro se suelen alargar provocando tensiones de tesorería que hay que prever de manera anticipada.



Es por ello que este tipo de start-ups tecnológicas deben, desde las primeras fases de su diseño como empresa y en paralelo con el diseño del modelo de negocio, diseñar una estructura de financiación a largo plazo que les permita hacer frente a las necesidades financieras especialmente previas a la generación de ingresos por venta comercial de sus productos y servicios que se suele demorar bastantes meses desde su inicio. La presente guía consciente de esta problemática, proporciona información no simplemente sobre estructuras de apoyo a la innovación tecnológica sino también estructuras de apoyo a la financiación.

## 9. Recursos para Emprender

A continuación se presenta información acerca de organismos, centros e instituciones que ofrecen apoyo financiero o de asesoramiento para proyectos de emprendimiento relacionados a alguna de las tecnologías que conforman la Industrias 4.0, incluyendo

### **Fabricación aditiva**

Se han dividido los organismos encontrados en:

- Recursos Financieros.
- Recursos de Apoyo Tecnológico.
- Recursos para el Emprendimiento y la Aceleración.
- Asociaciones Sectoriales de Apoyo.
- Recursos de Apoyo Institucional y de Desarrollo de Política a favor de la Implantación de Tecnologías 4.0.

A continuación se mencionan los organismos pertenecientes a cada uno de ellos.

### 9.1. Recursos Financieros

#### **Programa Operativo de Crecimiento Inteligente 2014-2020, FEDER Y CDTI**



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional  
"Una manera de hacer Europa"

El Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), en alianza con el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), cuenta con un instrumento regional encargado de potenciar entre 2014 y 2020 la generación de capacidades innovadoras en las regiones menos desarrolladas de Galicia, Andalucía y Extremadura, a través de financiación a proyectos de desarrollo experimental y que son realizados mediante consorcios empresariales. El instrumento es el "Programa Operativo de Crecimiento Inteligente 2014-2020" y sus acciones principales consisten en las siguientes:

- Potenciar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.
- Mejorar el uso y calidad de las tecnologías de la información y de la comunicación y el acceso a las mismas.
- Mejorar la competitividad de las PYME.
- Asistencia técnica.

Link: <http://www.conselleriadefacenda.es/es/areas-tematicas/planificacion-e-fondos/periodo-comunitario-2014-2020/programas-operativos-2014-2020/po-feder-crecimiento-intelixente-2014-2020>

### **Instituto Gallego de Promoción Económica**



La propia Xunta de Galicia con sus numerosos programas de apoyo al emprendimiento y a la incorporación de las tecnologías 4.0, destacando los numerosos programas impulsados desde IGAPE incluidos en su agenda de competitividad Galicia 4.0 con cargo al Programa Operativo de Galicia 2014-2020 (<http://www.igape.es/es/ser-mais-competitivo/asesoramento/item/1103-axenda-da-competitividade-galicia-industria-4-0> )

Algunos de los programas de apoyo más relevantes de IGAPE en este campo:

- Programa Reacciona TIC (<http://reacciona.igape.es/>)
- Proyectos Piloto fábrica 4.0 (<http://www.igape.es/es/ser-mais-competitivo/financiamento/item/1111-proxectos-piloto-fabrica-4-0> )
- Líneas de Ayuda a la inversión en equipos productivos
- Líneas para proyectos de inversión generadores de empleo

### **XES Galicia**



XES Galicia es una sociedad gestora de entidades de capital riesgo de la comunidad de Galicia, encargada de financiar el desarrollo empresarial a través de participaciones temporales y minoristas en el capital social de las empresas, pidiendo como único requisito el que no sean empresas financieras y que no coticen en el primer mercado de la Bolsa de Valores. Dentro de los programas que ofrecen, se encuentra los siguientes (en relación con el sector tecnológico y de innovación):

- Emprende FCR - Pyme.- Para proyectos innovadores, iniciativas emprendedoras y/o relacionadas con las nuevas tecnologías.

- Tecnológico i2C FCR Pyme.- Para proyectos empresariales de marcado carácter innovador y con una probada capacidad de gestión.
- XES - Innova FCR - Pyme.- Apoyo a emprendedores y a ideas vinculadas con la innovación, con las nuevas tecnologías y con el desarrollo tecnológico.

Link: <http://www.xesgalicia.gal/>

## 9.2. Recursos de Apoyo Tecnológico

### Universidades

Se cuentan con centros e instituciones de investigación e innovación que pertenecen a las tres Universidades gallegas y a sus campus periféricos relacionando a continuación aquellos con una mayor vinculación:

- a) Centro de Investigaciones Tecnológicas (CIT).- Universidad de A Coruña.
- b) Instituto Universitario de Medio Ambiente (IUMA).- Universidad de A Coruña.
- c) Centro de Investigación en Química Biológica y Materiales Moleculares (CIQUS).- Universidad de Santiago de Compostela.
- d) Centro de Investigación en Tecnologías de la Información (CITIUS).- Universidad de Santiago de Compostela.
- e) Instituto de Alimentación y Análisis Alimentarios (Todolácteo).- Universidad de Santiago de Compostela.
- f) Centro de Apoyo Científico y Tecnológico a la Investigación (CACTI).- Universidad de Vigo.
- g) Centro de Investigación, Transferencia e Innovación (CITI).- Universidad de Vigo.

## 9.3. Centros Singulares Universitarios TIC en Galicia

La importancia que la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación tiene en la industria se ha visto recientemente refrendada por la Xunta de Galicia con el reconocimiento con Centros Singulares de Investigación y agrupaciones estratégicas a tres centros destacados de cada una de las Universidades Gallegas:

- Citic, de la Universidade da Coruña (<http://www.citic.udc.es/> )
- AtlanTIC de la Universidade de Vigo (<http://atlanttic.uvigo.es/> )
- CITIUS de la Universidade de Santiago de Compostela. (<https://www.facebook.com/citiususc/> )

### **Fundación Pública Galega Centro Tecnológico de Supercomputación de Galicia**



La Fundación Pública Galega Centro Tecnológico de Supercomputación de Galicia (CESGA) es una institución sin ánimo de lucro, que se caracteriza por ser un centro de cálculo, comunicaciones de altas prestaciones y servicios avanzados. Principalmente se encarga de promover y participar en la elaboración de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Este centro pertenece a la Xunta de Galicia y fue creado con la finalidad de promover servicios comunes de apoyo a las tareas de investigación y promocionar un entorno de trabajo en el área del cálculo intensivo, comunicaciones y servicios avanzados en la sociedad de la información y el conocimiento. Su misión es la siguiente: Contribuir al avance de la Ciencia y la Técnica, mediante la investigación y aplicación de computación y comunicaciones de altas prestaciones, así como otros recursos de las tecnologías de la información, en colaboración con otras instituciones, para el beneficio de la Sociedad.

Link: <http://www.cesga.es/>

### **Otros Centros Tecnológicos**

Los Centros Tecnológicos son entidades empresariales destinadas a promover, apoyar e impulsar la innovación y desarrollo tecnológico de las mismas u otras empresas, con un beneficio que sea tanto para la organización, como para la sociedad en general.

En Galicia existen los siguientes Centros Tecnológicos:

- a) Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Galicia (CITIC).
- b) Centro Tecnológico de la Automoción de Galicia (CTAG).
- c) Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA).

- d) Centro Tecnológico de la Carne (CETECA).
- e) Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de Madera de Galicia (CIS-Madera).
- f) Centro Tecnológico de la Pesca de Celeiro (CETPEC).
- g) Centro de Innovación y Servicios de Diseño y Tecnología (Xunta de Galicia).
- h) Centro Tecnológico de Pizarra.
- i) Centro Tecnológico del Mar (CETMAR).
- j) Centro Tecnológico de Acuicultura.
- k) Centro Tecnológico de Telecomunicaciones de Galicia (GRADIANT).
- l) Centro Tecnológico de Eficiencia y Sostenibilidad Energética (ENERGYLAB).
- m) Asociación de Investigación Metalúrgica del Noroeste (AIMEN).
- n) Instituto Tecnológico de Galicia (ITG).
- o) Asociación Nacional de Fabricantes de Conservas y Mariscos – Centro Técnico Nacional de Conservación de Productos de Pesca (ANFACO-CECOPESCA).
- p) Fundación de Investigación y Desarrollo Sostenible (Fundación MATRIX).

### **ATIGA**

La Alianza Tecnológica Intersectorial de Galicia (ATIGA) fue creada en el año de 2012, conformándose por medio de 6 centros tecnológicos (ENERGYLAB, AIMEN, CTAG, ANFACO-CECOPESCA, ITG y GRADIANT) con el objetivo de fomentar y desarrollar la tecnología y sus aplicaciones para poder generar un mercado de mayores oportunidades tanto nacionales como internacionales. Esta acción se logrará principalmente al ofrecer apoyo en proyectos de innovación dentro de los principales sectores gallegos y definiendo políticas de I+D+i en conjunto con los organismos públicos pertinentes. Entre sus principales objetivos estratégicos se encuentran el fomento y crecimiento de la Industria 4.0, generación de soluciones tecnológicas a empresas exportables, desarrollo de patentes, transferencia de conocimientos, entre otros.

El año 2015, ATIGA invirtió alrededor de 80 millones de euros en solamente infraestructura científico-tecnológicas, prestaron servicio a alrededor de 1.700 empresas y apoyó a la ejecución de 275 proyectos de I+D+i.

Link: <http://www.atiga.es/>

### Centro de Excelencia en Inteligencia de Negocio, HPE



#### **Hewlett Packard Enterprise**

La empresa Hewlett Packard (HPE), junto con la Xunta ha inaugurado este año la apertura de un Centro de Excelencia en Inteligencia de Negocio (CEIN) para Big Data en la Ciudad de la Cultura de Galicia con ubicación en Santiago de Compostela que tiene como principal objetivo el desarrollo de la tecnología 4.0 en Galicia, logrando desarrollar tecnologías de análisis y procesamiento de datos para después disponerlas al uso de organismos públicos y empresas interesadas. Consistirá con un equipo inicial de 50 colaboradores expertos en el tema y que asesorarán diversos proyectos relacionados con Big Data e Inteligencia de Negocios. Una de las principales acciones a realizar también se encuentra el programa a desarrollar que constituye en la formación y asesoramiento a estudiantes titulados universitarios para crear profesionales de alta calificación dentro del sector de las TICs.

Noticia:

<http://www.finanzas.com/noticias/economia/20160701/xunta-ponen-marcha-centro-3440272.html>

### Otros Organismos Públicos

Por último, se cuentan con los organismos pertenecientes al Estado dedicados de igual forma a la Investigación e Innovación. Estos son:

- a) Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- b) Instituto de Investigaciones Agro biológicas de Galicia (IIAG).- CSIC.
- c) Misión Biológica de Galicia (MBG).- CSIC.
- d) Centro de Investigaciones Agrarias Mabegondo.- Xunta de Galicia.
- e) Estación Fitopatológica de Areeiro.- Diputación de Pontevedra.
- f) Instituto de Biodiversidad Agraria y Desarrollo Rural (IBADER).- Xunta de Galicia y Universidad de Santiago de Compostela

#### 9.4. Recursos para el Emprendimiento y la Aceleración

##### Instituto Gallego de Promoción Económica (IGAPE)



Es el principal instituto, perteneciente a la Consellería de Economía e Industria, encargado de evaluación e implementación de políticas para el desarrollo económico en Galicia, por lo que su objetivo es el de apoyar a todas las actividades, empresas y organismos que contribuyan a la mejora del sistema productivo y financiero de la comunidad de Galicia, facilitando así los procesos de creación, consolidación y crecimiento empresarial.

Sus principales objetivos, que la misma organización detalla, son los siguientes:

- Impulsar la creación de nuevas empresas y fomentar decididamente el espíritu emprendedor.
- Incrementar la competitividad de las empresas gallegas a través de la innovación y el desarrollo tecnológico.
- Atraer inversión a Galicia.
- Facilitar la internacionalización.
- Apoyar la cooperación y los proyectos colectivos de empresas.

Con respecto a proyectos de creación de empresas, el IGAPE cuenta con el programa “Unidad Galicia Emprende” en que otorga todo el apoyo integral necesario para el desarrollo de ideas de negocio. Se ofrecen los siguientes servicios:

- Asesoramiento.- Orientación sobre el proceso de elaboración de un plan de negocios.
- Guía del emprendedor.- Guía de consejos y ejemplos para la puesta en marcha de un negocio.
- Plan de Negocio.- Modelos de planes de negocios, modelos de índices de plan de empresa y herramientas para elaboración de plan financiero.
- Guías de actividad empresarial.- Informes de competitividad y oportunidades de mercado.
- Manuales de gestión empresarial.- Soporte para estrategias de Marketing, Internacionalización, Innovación, Nuevas Tecnologías, etc.

Así mismo, cuenta con programas de financiación, tales como el *Eduemprende Idea* o el *FGIE (Fondo Galicia Iniciativas Emprendedoras)* o *Galicia Emprende*.

Link: <http://www.igape.es/es/>

### **Agencia para la Modernización Tecnológica de Galicia (AMTEGA)**



La AMTEGA (Agencia para la Modernización Tecnológica de Galicia) es el organismo encargado de definir, desarrollar y ejecutar los instrumentos políticos de la Xunta de Galicia en el campo de las tecnologías de la información, comunicación, innovación y desarrollo tecnológico. De esta manera, Galicia apuesta por un modelo de Gestión Integral de las TICs. Entre sus objetivos se encuentran los siguientes:

- Dotar a la ciudadanía de las competencias y recursos para participar activamente en el desarrollo de la sociedad de la información.
- Impulsar el hipersector TIC, de forma que se convierta en un soporte para incrementar la competitividad y el empleo.
- Impulsar el uso de los servicios TIC por parte de las empresas gallegas.
- Implantar una red de infraestructuras moderna y sostenible que garantice la integración de Galicia en la sociedad de la información.
- Fomentar el emprendimiento tecnológico con iniciativas como Galicia Open Future.

Link: <http://amtega.xunta.gal/>

### **Vía Galicia**



Es una aceleradora de negocios, con ubicación en Vigo, que brinda soporte y asistencia a emprendedores y empresas que deseen desarrollar una idea o proyecto de negocio “innovador”, “acelerable”, “invertible” y “relevante”, a través de:

- Financiación.
- Asesoramiento.
- Infraestructura.
- Formación a través de mentoring.

La aceleración se divide en las siguientes etapas:

- Lanzamiento de la convocatoria, Evaluación y Selección de Proyectos.
- Startup Day y Selección de Proyectos.
- Academia (tutorías, prácticas y ensayos).
- Demo Day y Selección de Proyectos Finalistas.
- Aceleradora (inversión, tutorización y mentoring).
- Inverstors Day
- Seguimiento.

Link:

[http://www.zfv.es/viavigo/index.php?option=com\\_content&task=view&id=72&Itemid=36&idh5=117](http://www.zfv.es/viavigo/index.php?option=com_content&task=view&id=72&Itemid=36&idh5=117)

### **Business Factory Auto (BFA)**



Esta aceleradora de negocios nace como iniciativa propuesta por la Agencia Gallega de Innovación (GAIN), el Instituto Gallego de Promoción Económica (IGAPE) y la Sociedad Gestora de Entidades de Inversión de Tipo Cerrado (Xesgalicia), el Clúster de Empresas de Automoción de Galicia (CEAGA), Grupo PSA, el Consorcio de la Zona Franca de Vigo y Vigo Activo con objetivo de apoyar financieramente (hasta 375.000€ por proyecto), con asesoramiento, formación y con espacio de trabajo a emprendedores que tengan proyectos en mente que estén involucrados con el sector de la automoción, para así consolidar todas aquellas ideas innovadoras que salgan de ellos y beneficien al sector en general. Esto para lograr el objetivo principal de fortalecer al sector y lograr su máximo posicionamiento tanto nacional como internacional. La aceleradora consta de dos programas: Uno de aceleración y otro de consolidación. Así mismo, ofrece un espacio de trabajo para que los emprendedores puedan desarrollar sus ideas de negocio y proyectos respectivos.

Link: <http://www.bfauto.es/es/>

## 9.5. Asociaciones Sectoriales de Apoyo

### **ASIME 4.0, Asociación de Industriales Metalúrgicos de Galicia**



La Asociación de Industriales Metalúrgicos de Galicia (ASIME) desde comienzos del año 2016 se encuentra liderando un proyecto (ASIME 4.0) de asesoramiento y apoyo financiero a empresas de los siguientes sectores: automoción, metalmecánico, transportes, aeronáutico, naval, construcción y logística; mismos que estén interesados en el desarrollo de un proyecto tecnológico relacionado con la Industria 4.0. Todo esto con el objetivo de “impulsar al sector metalúrgico gallego hacia la fábrica del futuro.” Se indica que este programa podrá proporcionar a las empresas un apoyo económico de hasta un 35% para inversión destinada a maquinaria y equipos, y hasta un 50% destinado a inversión en subcontrataciones. Además, ASIME 4.0 cuenta ya con una cartera de proveedores específicos con los que se podrán crear negociaciones y sinergias con las empresas interesadas. El programa está destinado únicamente para PYMES y sus proyectos a desarrollar tendrán que estar ligados con las siguientes tecnologías: Robótica colaboradora, fabricación aditiva, Big Data, cloud computing, ciberseguridad, logística 4.0, IoT, digitalización, sensorina, sistemas ciberfísicos, automatización, intercomunicación M2M, conectividad, vehículos autónomos o personalización de productos.

Link: <http://www.asime.es/>

### **ACLUNAGA**



Es el Clúster del Sector Naval Gallego, creado como parte de la iniciativa de la Consellería de Innovación e Industria de la Xunta de Galicia. Tiene como principal objetivo mejorar la competitividad de las empresas e impulsar el desarrollo e innovación del sector, conformándose así por 180 empresas. Sus principales actividades son: Crear sinergias entre empresas, detectar necesidades y apoyar proyectos que las cubran, impulsar el desarrollo tecnológico y ser un centro de información estratégica.

Algunos de los servicios que presta ACLUNGA dentro de su Observatorio son:

- Observatorio sectorial.- Información general y completa del sector.
- Sistema de videoconferencia.- Funciones de: grabación de las conversaciones, compartir aplicaciones, pizarra compartida, video en gran formato.
- Sistema de autodiagnóstico financiero.- Información financiera del sector.
- Proveedores especializados.- Red de contactos de proveedores asociados y de valoración de estos.
- Perfiles en redes sociales.- Canal de comunicación en redes sociales.

Link: <http://aclunaga.es/>

## 10. Casos de Éxito (Buenas Prácticas)

La impresión 3D está revolucionando los métodos de producción de grandes y pequeñas empresas en todo el mundo. Galicia se apunta a esta tecnología, a través de una decena de empresas que trabajan para sectores determinantes de la economía gallega, como la industria naval, automoción, construcción, mobiliario, la salud o la creación artística.

A continuación se muestran ejemplos de buenas prácticas centradas en proyectos de emprendedores, compañías y/o asociaciones, aplicados en la comunidad autónoma de Galicia o alrededores.

## 10.1. Empresa Nort3D

### Nombre y datos de la empresa

Nombre: Nort3D

Ubicación: Moaña, Pontevedra (Galicia)

Página web: <http://nort3d.com/>

### Descripción de la actividad

Nort3D da dimensión a las ideas de sus clientes asistiendo su proyecto desde el inicio. La gran experiencia adquirida en diferentes sectores da a Nort3D la capacidad de poner a su disposición un equipo de especialistas en Modelado 3D para el desarrollo de sus ideas, proporcionando un soporte completo hasta la creación física del objeto mediante la impresión 3D.

Nort3D es una ingeniería enfocada a la tecnología 3D (impresión 3D, modelado 3D, escaneado 3D, etc.). Su objetivo es facilitar a empresas y particulares el desarrollo de sus ideas y proyectos.

La empresa Nort3D dispone de un amplio espectro de tecnologías 3D a disposición de los profesionales industriales y de la medicina así como personal cualificado y equipamiento para implementar las más novedosas tecnologías al sector tanto industrial como médico.



**Sector Industrial**



**Sector Médico**

**Descripción de Tecnología 4.0**

La empresa Nort3D ofrece los siguientes servicios o tecnologías 3D tanto al sector industrial como médico:



**MODELADO:** En Nort3D se realiza el modelado 3D de todo tipo de objetos ya sean de reducido o gran tamaño. Los objetos son modelados según las directrices marcadas por los clientes, pudiendo llegar a generar modelos prototipo y modelos finales. Con el modelado se realizan diseños al detalle que se utilizarán para su fabricación.



**INFOGRAFÍA O PROTOTIPADO**

**3D:** Se trata de poder visualizar el producto antes de su fabricación, bien a través de imágenes fotorrealistas ( Infografía) o bien a través de un primer ejemplar (prototipado 3D), con el objetivo de evitar futuros fallos o fabricar costosos moldes incorrectos.



**INGENIERÍA:** Nort3D elabora proyectos junto a sus clientes. Desarrolla proyectos innovadores, elaborando el proyecto según los objetivos definidos.



**IMPRESIÓN 3D:** Nort3D está

especializado en la fabricación de piezas por impresión 3d. Estas piezas pueden ser prototipos, productos finales, objetos de decoración, etc. En Nort3D disponen de diferentes tipos de materiales de impresión en monocromo o color.





**DISEÑO GRÁFICO:** Nort3D ofrece un servicio integral de diseño, publicidad, imagen...

### Descripción del proyecto

La empresa Nort3D desarrolla **proyectos industriales de cualquier tipo** (sector de arquitectura, construcción, automoción, etc.) así como **proyectos médicos**. No obstante, debemos destacar que se trata de la **primera empresa de impresión 3D especializada en el sector médico**. Por ello nos centramos en el la división médica donde destacan proyectos de diferentes ramas:

- ✓ Odontología: Nort3D pone a disposición de clínicas y laboratorios odontológicos sus avanzadas técnicas de escaneado e impresión 3D.
- ✓ Cirugía: Nort3D ofrece Modelos personalizados a partir de CT/MRI para la preparación de las intervenciones quirúrgicas en casos particulares.
- ✓ Ortopedia: Fabricación de aparatos preventivos o correctivos adaptados a la anatomía de la persona a partir de modelos obtenidos por ordenador.
- ✓ Educación: Creación de modelos para formación a partir de modelos reales que permiten recrear casos singulares de estudio médico
- ✓ Equipamiento: Desarrollo de equipamiento médico a medida para aumentar su eficiencia.
- ✓ Veterinaria: Nort3D pone a disposición de los facultativos todas las técnicas que se pueden utilizar en medicina general.

✓



### Resultados del proyecto

A través de Nort3D los profesionales de la rama de la medicina pueden obtener modelos físicos reales que les ayudarán en el estudio, observación, diagnóstico y tratamiento de las patologías más complicadas y, en consecuencia, facilitará su labor.

Además, cabe destacar que con la tecnología empleada por Nort3D, los profesionales no tienen que cambiar su rutina habitual, simplemente a través de los archivos extraídos de los TAC o resonancias magnéticas o derivando los pacientes para un escaneado 3D se obtienen los modelos por ordenador de las zonas a reproducir.

Entre los resultados obtenidos, caben señalar:

#### ODONTOLOGÍA

- Guías quirúrgicas fabricadas con material biocompatible de Clase I (EN-ISO 10993-1:2009/AC:2010, USP Class VI), que permiten la colocación de implantes de una forma fácil y precisa.
- Desde puentes hasta implantes dentales producidos por numerosas técnicas de fabricación metálica. (Cera fundida, mecanizado, fabricación aditiva DMLS...)
- Modelos zocalados para diversos usos, como por ejemplo análisis de casos clínicos, registro de casos particulares, material de apoyo para clases magistrales, congresos...
- Reproducciones para laboratorio odontológico a partir de archivos STL extraídos de escáneres intraorales o modelos cerámicos.

#### CIRUGÍA

- Oncología: Creación de modelos reales de tumores y demás órganos circundantes, que permiten a los oncólogos conocer perfectamente su colocación tridimensional para planificar una posible intervención, el cálculo del nivel de quimioterapia o radioterapia necesarios.

- Neurología: Creación de modelos neurológicos que permiten que los cirujanos pueden probar nuevas técnicas, preparar el equipamiento necesario antes de entrar en quirófano y, por consiguiente, reducir el tiempo de intervención que a su vez reduce el riesgo y el coste.
- Traumatología: Modelos óseos para consulta, evaluación o planificación de cirugías como cáncer de hueso, artritis degenerativa o reconstrucción de huesos fracturados.
- Cardiología: Creación de modelos físicos para el estudio y ensayo de procesos quirúrgicos o el diagnóstico de patologías, así como modelos vasculares de casos singulares para la preparación de las intervenciones.

### **ORTOPEDIA**

- Desarrollo de aparatos o mecanismos que se ajusten a las necesidades del paciente.
- Modelos tridimensionales del pie y la fabricación de la plantilla que mejor se adapte a las necesidades del paciente.
- Fabricación de prótesis externas a medida. Nort3D e apoya en el escaneado 3D para una perfecta adaptación de la prótesis, llevando a cabo su fabricación mediante fabricación aditiva, impresión 3D, u otros medios, siempre con el apoyo de profesionales médicos.
- Fabricación de prótesis internas a medida. Se trata de implantes permanentes fabricados en materiales biocompatibles, que permiten reemplazar las partes dañadas del paciente añadiendo resistencia y fiabilidad.

**EDUCACION:** La fabricación de modelos 3D permite, a formadores y profesionales, contar con piezas físicas sobre las que explicar, simular o palpar.

**EQUIPAMIENTOS:** Creación de aparatos médicos personalizados que facilitan el trabajo médico, ahorrando en tiempo y costes.

**VETERINARIA:** Las necesidades de un profesional veterinario son las mismas que las que se puede encontrar un médico y por ello desde Nort3D se pone a su disposición todas las aplicaciones que ofrece a la medicina general adaptándolas a las necesidades especiales del mundo animal.

**Fuente:** web de la empresa Nort3D\_ [www.nort3d.com](http://www.nort3d.com)

## 10.2. Empresa Lupeon 3D

### Nombre y datos de la empresa

Nombre: Lupeon 3D



Ubicación: C/Recreo 77-79 Bajo (Ordes. A Coruña)

Página web: [www.lupeon.com](http://www.lupeon.com)

### Descripción de la actividad

Lupeon es una empresa pionera en el sector de la Fabricación Aditiva o Impresión 3D Industrial que nace a principios del año 2013, en manos de dos jóvenes Ingenieros Industriales de la Universidad de Vigo, con el objetivo de poner la Impresión 3D al alcance de cualquier empresa.

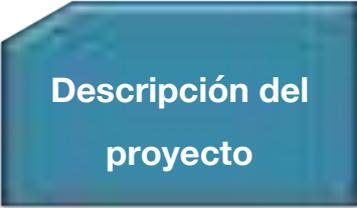
Lupeon 3D está especializada en modelado 3D, escaneado 3D e impresión 3D. Además, Lupeon 3D ofrece servicios de consultoría para profesionales y empresas desarrollando sus modelos, maquetas o proyectos con tecnología 3D.

En el año 2016 entra en el accionariado de Lupeon, el Grupo Vicalsa, grupo industrial con más de 40 años de experiencia en el Sector Industrial tanto a nivel nacional como internacional. La incorporación de la larga experiencia de Vicalsa permite a Lupeon industrializar sus procesos de fabricación para cumplir con los más altos estándares de calidad exigidos por la Industria.

### Descripción de Tecnología 4.0

Lupeon dispone de un amplio rango de tecnologías de Fabricación Aditiva, que permiten al cliente obtener las piezas que mejor se adapten a los requisitos demandados. Entre ellas cabe destacar:

- **Tecnología DMLS (Direct Metal Laser Sintering)**
- **Sinterizado Selectivo Láser (SLS)**
- **Polyjet**
- **FDM (Deposición de material fundido)**
- **SLA (Estereolitografía)**



### Descripción del proyecto

Lupeon desarrolla y produce mediante la impresión en tres dimensiones soluciones a medida de las exigencias del cliente. Los productos que ofrece la empresa ordenados son:

**IMPRESIÓN 3D:** Dispone de múltiples tecnologías de impresión 3D, por lo que ofrece la posibilidad de fabricar desde un primer prototipo de bajo coste de un producto o proyecto, hasta un prototipo final de alta resolución y calidad con propiedades similares a las que tendrá el producto final. Es decir, se puede llegar a obtener piezas totalmente funcionales. Estas múltiples técnicas de impresión 3D permite ofrecer una gran variedad de materiales de impresión, desde plásticos termoplásticos, poliamidas, resinas flexibles o diferentes tipos de metales.

**MODELADO 3D:** Realización modelado 3D desde la fase de desarrollo de producto hasta la obtención del modelo 3D previo a la fase de prototipado y producción. A partir de los requerimientos iniciales del proyecto, se realiza el trabajo de modelado atendiendo a la técnica de fabricación final que se vaya a usar.

Lupeon dispone de experiencia y software para el modelado 3D orientado a la optimización estructural de piezas complejas buscando reducir el volumen de material necesario para fabricar ese modelo. Y por tanto reducir así también el peso final de la pieza.

**CONSULTORÍA:** Servicio de asesoramiento sobre las posibilidades de implantación de las diferentes tecnologías de fabricación aditiva o impresión 3D en las diferentes fases de producción de un proceso industrial actual. En este servicio también se incluye el asesoramiento en la fase de diseño y optimización de los modelos 3D para su posterior fabricación mediante alguna de las diferentes tecnologías de impresión 3D.

Además de la multitud de servicios 3D que presta la empresa Lupeon, su valor añadido es que se trata de una compañía que desde sus inicios se ha centrado en adquirir un profundo “know how” sobre las propiedades específicas de cada una de las diferentes tecnologías de impresión 3D que existen en la actualidad, para poder así dar un mejor servicio a sus clientes.

## Resultados del proyecto

El principal objetivo del trabajo de Lupeon es la fabricación de piezas mediante la tecnología de Fabricación Aditiva o Impresión 3D, lo que les permite fabricar piezas con formas muy complejas sin que esto suponga una dificultad añadida y en cortos plazos de tiempo, permitiendo a las empresas reducir sus tiempos de set-up y de fabricación de series cortas de piezas.

Al disponer de una amplia gama de tecnologías y materiales, con un contrastado know-how, Lupeon ofrece la mejor solución de fabricación en función de la demanda del cliente.

Además, dispone de un servicio de consultoría donde ofrece diseño, modelado y optimización de producto. De tal forma que ayuda al cliente a obtener objetos reales a partir de sus ideas o mejorar aquellas piezas de las que se puede obtener un mejor rendimiento.

Como empresa experta en Impresión 3D Industrial enfocada a la industria, Lupeon ha sido referencia durante los últimos años, trabajando con una amplia cartera de importantes empresas a las que ha ayudado en la mejora continua de sus cadenas de suministro y la fabricación de productos finales. Entre los casos de éxito, cabe señalar:

- Fabricación de prototipos y utillajes para una empresa multinacional puntera en el sector automovilístico, suponiendo ahorros económicos y temporales cercanos al 90%. (Sector automoción)
- Fabricación de componentes de UAV's diseñados y optimizados por el equipo de Lupeon para conseguir el menor peso posible, consiguiendo así una mayor autonomía de vuelo. (Sector aeronáutico)
- Modelos de ortodoncia impresos en 3D y obtención de un modelo del oído interno a partir de un TAC para la práctica de cirugías de alto nivel de dificultad. (Sector médico)
- Fabricación de piezas con geometrías no mecanizables, para su colocación en cadena de montaje, mejorando así las condiciones de funcionamiento de esta (Sector automatización)
- Fabricación y presentación de la maqueta del nuevo Balaidos, estadio del Real Club Celta de Vigo. (Sector Arquitectura)

**Otra información  
relevante**

La empresa Lupeon ha ganado la décima edición de los Premios EmprendedorXXI en Galicia (Año 2016), impulsados por la Caixa y por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Cabe señalar que el objetivo de estos premios es identificar, reconocer y acompañar a las empresas que tienen mayor potencial de crecimiento de España.

**Fuente: web de la empresa LUPEON\_ [www.lupeon.com](http://www.lupeon.com)**

### 10.3. Empresa Addimen Additive Manufacturing

#### Nombre y datos de la empresa

Nombre: Addimen Additive Manufacturing



Ubicación: Parque tecnológico y científico de Bizkaia (España)

Página web: [www.addimen.com](http://www.addimen.com)

#### Descripción de la actividad

Addimen es una empresa constituida en Mayo del 2014 por tres personas con amplia experiencia en diferentes ámbitos de la fabricación láser que iniciaron su andadura en la tecnología aditiva a finales del año 2012, movidos principalmente por la curiosidad hacia la fabricación aditiva en metales, que aporta avances innovadores en la concepción del diseño y personalización de piezas metálicas para sectores industriales diversos.

Así, Addimen enfoca su actividad en el diseño y fabricación de componentes metálicos funcionales con estructuras y geometrías complejas dirigidas a diversos sectores (Automoción, aeronáutica/ aeroespacial, fabricación de moldes y prototipos, construcción ligera, etc)

Su compromiso se centra en la prestación de un servicio que proporciona a sus clientes productos de calidad, con un coste global competitivo y a tiempo con sus necesidades.

#### Descripción de Tecnología 4.0

Addimen emplea la Tecnología MAM (Metalic Additive Manufacturing) que produce piezas tridimensionales de una gran densidad y propiedades mecánicas a partir de datos CAD 3D mediante la fusión de finas capas de polvo metálico, utilizando para ello un haz de láser.

Las ventajas de utilizar esta tecnología radica en:

- Libertad de diseño permitiendo la creación de estructuras ligeras manteniendo su resistencia estructural.
- Generación de formas geométricas complejas con un incremento de sus características funcionales sin prácticamente costo adicional.
- Reducción de las necesidades de ensamblaje mediante la consolidación de componentes en una sola pieza.
- Permite la producción directa de un componente a su forma final o con necesidad mínima de procesos adicionales y/o utillajes.
- El proceso aditivo permite utilizar únicamente el material necesario para conformar la pieza.
- Reducción del tiempo de lanzamiento a mercado.
- Flexibilidad de cambios.
- Es respetuosa con el medio ambiente, pues no genera residuo alguno ni ruido.

### Descripción del proyecto

El proyecto de Addimen consiste en emplear la tecnología MAM para proponer soluciones innovadoras en la fabricación de piezas metálicas en diferentes materiales, con estructuras complejas y destinadas a diversos sectores.

En su proyecto, Addimen desarrolló dos nuevos materiales (“Acero herramienta 1.2709” y el “Inconel”) tecnológicamente avanzados que presentan una elevada resistencia a la corrosión con el objetivo de destinarlos a la industria petroquímica y petrolera.

Los materiales utilizados por Addimen son:

MATERIAL	PROPIEDADES	APLICACIONES
<b>“Acero herramienta 1.2709”</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gran dureza y resistencia.</li> <li>- Gran resistencia a la corrosión.</li> <li>- Buena “maquinabilidad”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Insertos para moldes de inyección y fundición a presión de plástico.</li> <li>- Componentes marítimos.</li> <li>- Herramientas.</li> </ul>
<b>Inconel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excelente resistencia mecánica.</li> <li>- Alta resistencia a la corrosión.</li> <li>- Alta resistencia a la rotura.</li> <li>- Excelente “soldabilidad”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aeroespacial.</li> <li>- Turbinas.</li> <li>- Componentes de motores.</li> <li>- Herramientas.</li> </ul>
<b>Aluminio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baja densidad</li> <li>- Buenas propiedades de aleación</li> <li>- Buena conductividad eléctrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automoción</li> <li>- Aeroespacial</li> <li>- Bienes de consumo</li> </ul>
<b>Titanio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta resistencia, bajo peso</li> <li>- Alta resistencia a la corrosión</li> <li>- Buena expansión térmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aeroespacial</li> <li>- Motores automóvil</li> <li>- Aplicaciones marítimas</li> <li>- Joyería y diseño</li> </ul>

### Resultados del proyecto

Con la tecnología empleada, Addimen es capaz de realizar cualquier diseño y fabricar cualquier producto, ofreciendo:

- Proximidad a los clientes ( productos personalizados)
- Optimización del diseño (oportunidad de fabricar piezas hasta ahora prácticamente imposibles)
- Agilidad en el servicio (Posibilidad de eliminar stocks)
- Gestión procesos periféricos para el suministro de piezas acabadas.
- Certificación de la pieza, de acuerdo a las especificaciones del cliente.

Cabe señalar que gracias a la incorporación en la fabricación aditiva de los materiales “Acero herramienta 1.2709” e “Inconel” , Addimen comenzó a trabajar en la industria petroquímica y petrolera.

### Otra información relevante

Cabe señalar que Addimen se trata de un startup que comenzó su andadura gracias al soporte y ayudas recibidas por parte de los organismos BEAZ (Sociedad pública de la Diputación Foral de Bizkaia cuyo objetivo es apoyar a las empresas y las personas emprendedoras en su esfuerzo por crear nuevos proyectos, innovar e internacionalizarse) y SPRI (Agencia de desarrollo empresarial del Gobierno Vasco).

En la actualidad, Addimen está centrada en Euskadi y el Estado español, no obstante, tiene previsto internacionalizarse a pesar de reconocer la dificultad de incorporar en el mercado una tecnología tan novedosa y todavía tan poco reconocida.

Entre sus principales trabajos y clientes, cabe señalar:

- **Petronor:** Caracterización de materiales altamente resistentes a la corrosión para la industria petroquímica.
- **Batz:** Rediseño de canales de refrigeración y fabricación de insertos para moldes de inyección de plástico.
- **Sener:** Fabricación de piezas para prototipaje de elementos destinados al sector aeroespacial.

**Fuente:** web de la empresa ADDIMEN\_ [www.addimen.com](http://www.addimen.com)

## 11. Bibliografía

- Agenda de Competitividad Galicia Industria 4.0, Xunta de Galicia, Consellería de Economía e Industria Santiago de Compostela (2015).
- Presentación “Industria 4.0: Retos y Oportunidades” (2016) del departamento I+D+i e Internacionalización de AMETIC.
- Informe “Las tecnologías IoT dentro de la industria conectada 4.0” (2015) de la Escuela de Organización Industrial (EOI).
- Informe “La transformación digital de la industria española” (2014) del Ministro de Industria, Energía y Turismo.
- Informe “La transformación digital de la industria española: Nuevas actuaciones” de la Secretaría General de Industria y de la Pyme.
- Informe “Fábrica del futuro” de Tecnalia.
- Informe “Tecnologías de Industria 4.0” de la Agencia de Innovación, Financiación e Internacionalización Empresarial, Junta Castilla y León.
- Documento de la fundación COTEC ( fundación de origen empresarial que tiene como misión contribuir al desarrollo del país mediante el fomento de la innovación tecnológica en la empresa y en la sociedad españolas. sobre oportunidades tecnológicas) : La Fabricación Aditiva
- Asociación Española de Tecnologías de Fabricación Aditiva y 3D  
Link: <http://www.addimat.es/asociacion.html>
- Capítulo 8 del Libro “ Impresión 3D: Como va a cambiar el mundo” de Andrei Vazhnov
- Blog de emprendimiento IMPRESIÓN TRES DE .COM. Link: <http://impresiontresde.com/blog/oportunidades-de-negocio-de-impresion-3d/>
- Artículo “Tecnologías y aplicaciones en fabricación aditiva de materiales metálicos” Link: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/118715-Tecnologias-y-aplicaciones-en-fabricacion-aditiva-de-materiales-metalicos.html>
- Noticia de la Agencia vasca de desarrollo empresarial. Link: <http://www.spri.eus/es/blog/emprendimiento-joseba-sagarna-addimen-additive-manufacturing>
- Addit3D primera feria profesional de fabricación aditiva y 3D. Link: <http://addit3d.bilbaoexhibitioncentre.com/agrupado/ADDIMEN-BIZKAIA-SL/2294/?idioma=E>



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
"O FSE inviste no teu futuro"



XUNTA  
DE GALICIA

igape»

