



POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DE LA IMPRESIÓN 3D DE METALES

UNA NUEVA TECNOLOGÍA EN LA
FABRICACIÓN DE PIEZAS METÁLICAS

Introducción al Metal Additive Manufacturing

Definición y conceptos clave

La fabricación aditiva (Additive Manufacturing, AM) es un proceso de producción que crea piezas mediante la adición sucesiva de capas de material a partir de un modelo 3D digital. Esta tecnología permite crear formas geométricas complejas que serían imposibles o muy costosas de lograr mediante los métodos de fabricación tradicionales, como el mecanizado o la fundición.

Evolución de la tecnología en los últimos años

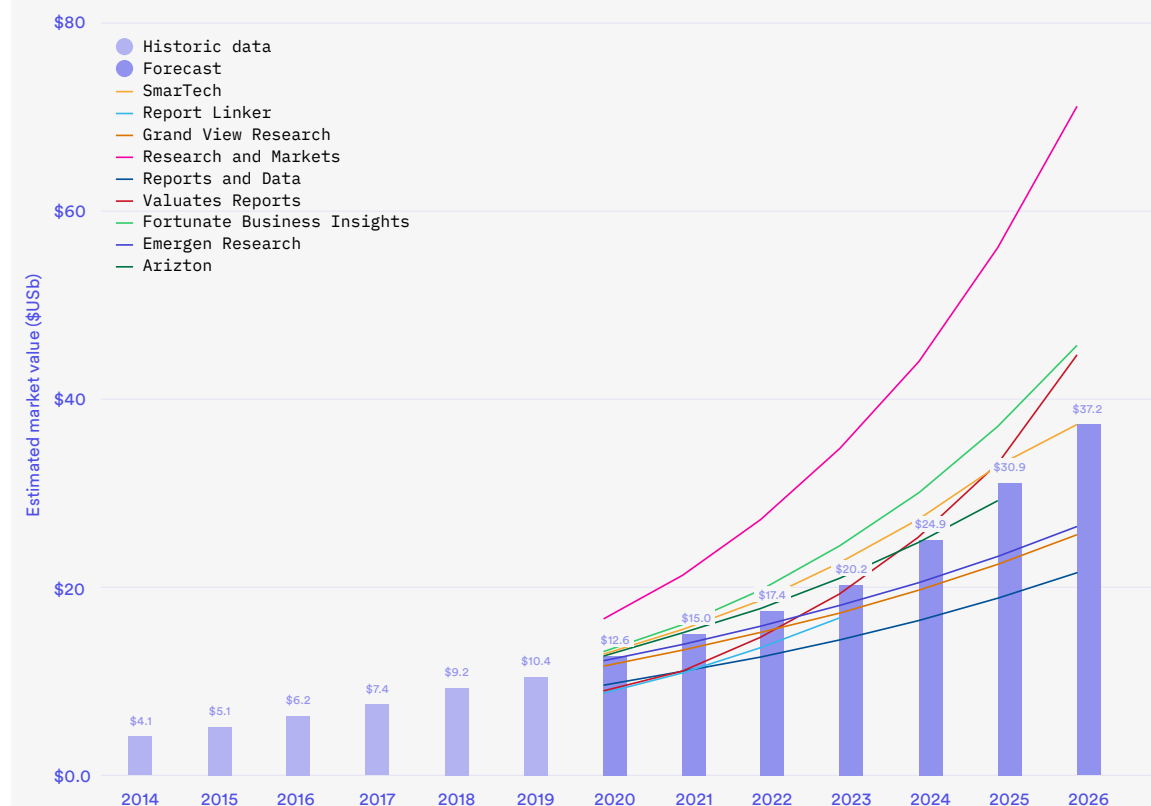
En la última década, el Metal Additive Manufacturing ha experimentado un crecimiento notable. Inicialmente utilizada para prototipado rápido, su aplicación se ha expandido hacia la fabricación directa de piezas funcionales. En 2019, el mercado global de impresión 3D fue valorado entre 9.9 y 15 mil millones de dólares, con un crecimiento anual compuesto del 24%, mientras que en 2024 el valor de mercado asciende a 20.24 mil millones de dólares. Este crecimiento ha sido impulsado por la adopción en sectores clave como el aeroespacial, automotriz, y médico, así como la tendencia por parte de grandes empresas a la instalación de la tecnología como un proceso productivo más.

Impacto en la industria manufacturera

Existe una tendencia por parte de grandes empresas a la instalación de la tecnología como un proceso productivo más. En concreto, la **fabricación aditiva** de metales está transformando la industria manufacturera al reducir los tiempos de desarrollo y los costes de producción, especialmente en series cortas y prototipos. Además, la flexibilidad geométrica que ofrece permite a las empresas innovar en diseño, ofreciendo soluciones personalizadas para sectores de alta tecnología.

La fabricación aditiva de metales está transformando la industria manufacturera al reducir los tiempos de desarrollo y los costes de producción.

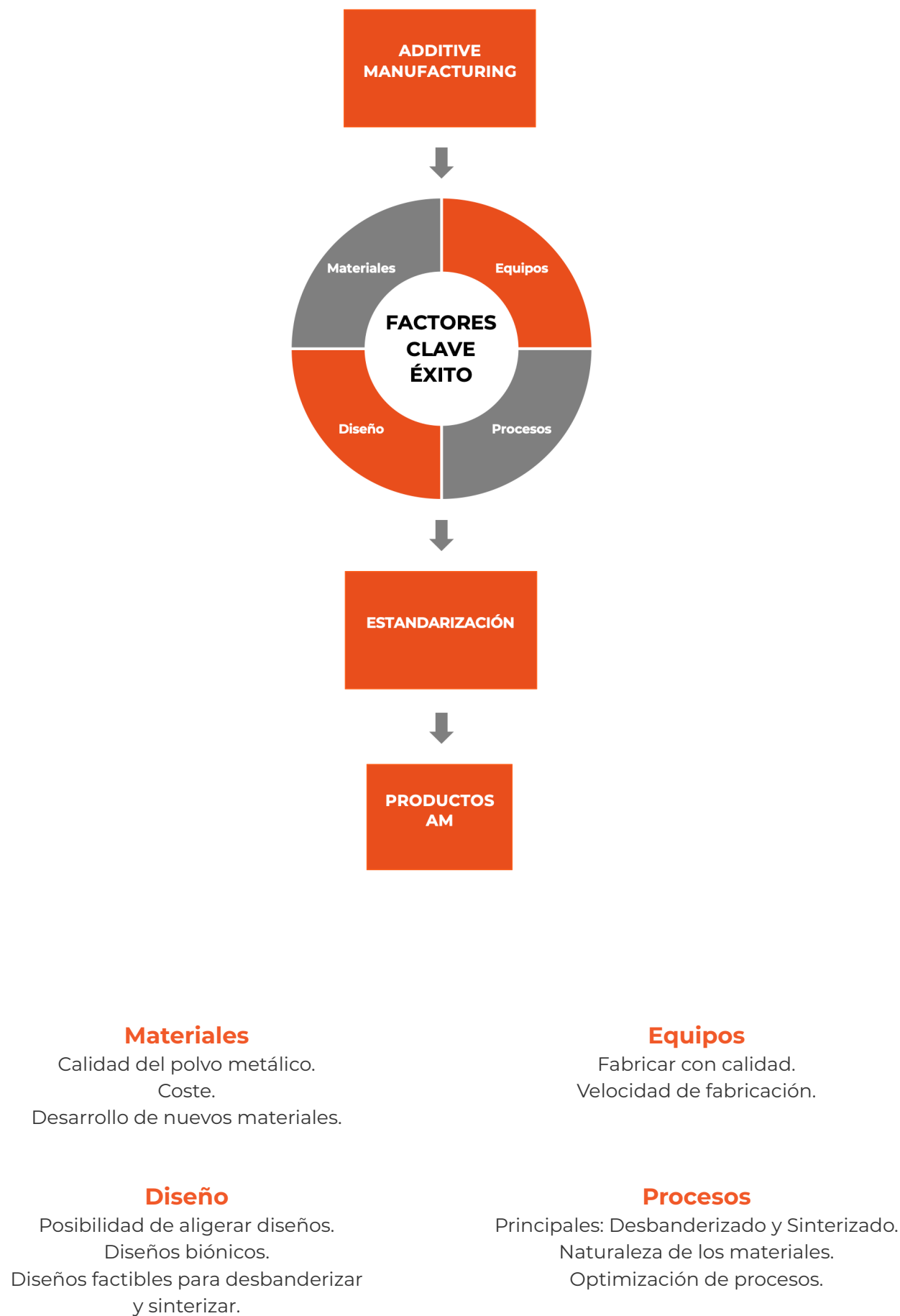
Figure 2: 3D Printing market forecast



Footnote:

- * The historic market size was calculated by averaging the market size reported by Wohler's Associates^[01] and SmarTech^[04].
- ** The forecasted market size in the median market size reported by all market analysts.
- *** Links to all sources can be found under the References section of this report.

Crecimiento y perspectivas de futuro tecnología Additive Manufacturing
Fuente: 3Dhubs.



Características del Additive Manufacturing

Flexibilidad geométrica y personalización son dos de las características más notables de la **fabricación aditiva de metales**. Esta tecnología permite fabricar piezas con geometrías complejas y personalizadas, que serían difíciles o imposibles de producir mediante métodos tradicionales. La posibilidad de personalizar piezas a medida es especialmente valiosa en sectores como el aeroespacial o médico, donde se requieren componentes únicos de alta precisión.

Comparativa de Costes y Tiempo con Métodos Tradicionales

En cuanto a **costes y tiempos**, la **fabricación aditiva de metales** ofrece una ventaja significativa cuando se trata de series pequeñas o piezas únicas. Al no necesitar moldes, los tiempos de desarrollo y producción se reducen considerablemente, permitiendo una mayor rapidez en el lanzamiento de proyectos. Sin embargo, para producciones en masa, tecnologías como el **MIM** (Moldeo por Inyección de Metal) resultan más rentables una vez que se ha amortizado el molde, haciéndolos más adecuados para lotes grandes.

Retos en Acabados Superficiales y Limitaciones de Materiales

Uno de los principales desafíos de la **fabricación aditiva de metales** es lograr **acabados superficiales** de alta calidad. Las piezas producidas mediante este método presentan a menudo una rugosidad derivada de las capas de material añadidas, lo que requiere procesos de postproducción, como mecanizado o pulido, para alcanzar los estándares exigidos. Además, aunque el catálogo de **materiales** disponibles en fabricación aditiva sigue creciendo, aún es más limitado en comparación con otras tecnologías como el **MIM**.

Sin embargo, los recientes avances en la investigación de superaleaciones están ampliando el rango de materiales disponibles, lo que promete una mayor competitividad de la fabricación aditiva frente a tecnologías más tradicionales.

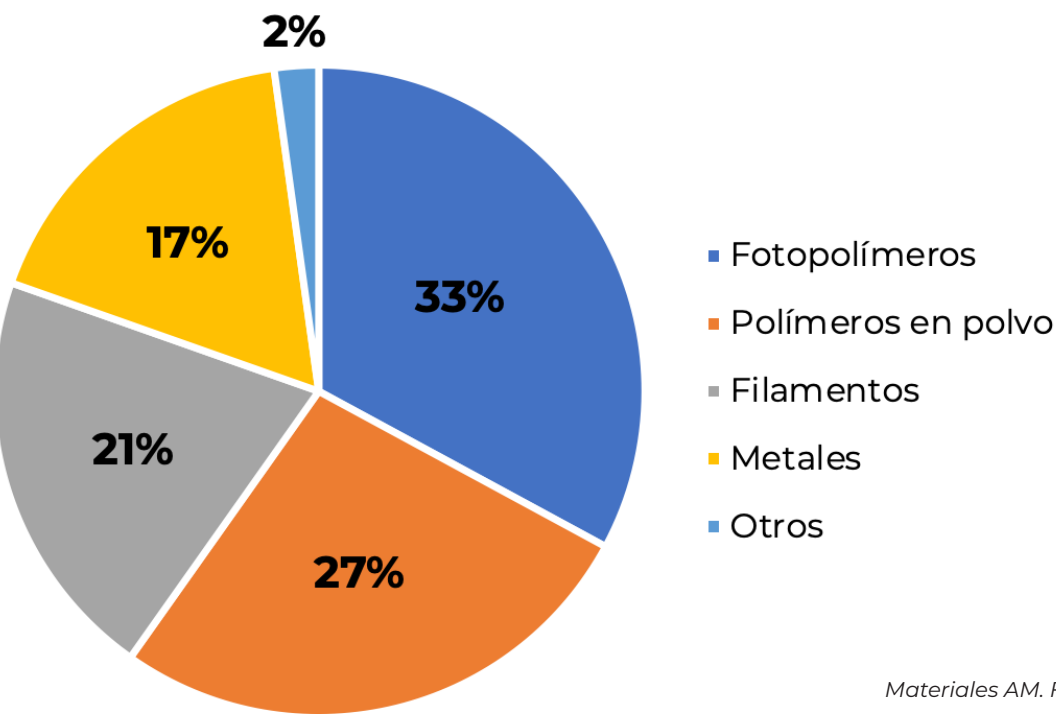
Tecnologías de Metal Additive Manufacturing

Dentro de la **fabricación aditiva de metales**, existen varias tecnologías clave, como el **Fused Deposition Modeling (FDM)** y el **Binder Jetting**. Estas tecnologías permiten la producción de piezas con geometrías complejas y propiedades mecánicas avanzadas, aunque cada una presenta diferencias en términos de precisión, resistencia y acabados superficiales.

Metales más usados y en desarrollo en la fabricación aditiva de metales

En el ámbito de la fabricación aditiva de metales, los materiales más utilizados hasta el momento son los aceros inoxidables y algunas aleaciones de titanio, aunque el portafolio de metales continúa expandiéndose. Entre los materiales clave se encuentran:

- **Aceros inoxidables:** Utilizados por su resistencia a la corrosión y buenas propiedades mecánicas, siendo el acero inoxidable 316L uno de los más comunes en aplicaciones industriales y médicas.
- **Aleaciones de titanio:** Muy apreciadas en sectores como el aeroespacial debido a su relación peso-resistencia, lo que las convierte en una opción ideal para piezas de alto rendimiento.



Materiales AM. Fuente: Wholers Report 2019.

- **Cobre:** A pesar de ser menos frecuente, el cobre está empezando a ganar terreno por sus excelentes propiedades de conductividad térmica y eléctrica.

El futuro de los materiales en la fabricación aditiva está marcado por la investigación en nuevas aleaciones que mejoren las propiedades finales. Se espera que el portafolio de metales continúe ampliándose para incluir superaleaciones y materiales más exóticos.

Comparativa con polímeros

Aunque los polímeros siguen dominando el sector de la fabricación aditiva, los metales han incrementado su cuota de mercado gracias a los avances en tecnología, materiales y a la apuesta de grandes empresas en la implementación de la tecnología dentro de su negocio.

Innovaciones en materiales y su rol en el futuro de la Fabricación Aditiva de Metales

La evolución de los materiales en el ámbito de la fabricación aditiva de metales ha sido significativa en los últimos años, permitiendo avances que antes parecían imposibles. En los primeros años, las opciones de materiales estaban limitadas principalmente a aceros inoxidables y aleaciones de titanio. Sin embargo, la industria ha experimentado un aumento en la disponibilidad de nuevos materiales, como aleaciones de cobre y níquel, expandiendo así las posibilidades de aplicación.

Hoy en día, la investigación en la mejora de polvos metálicos y nuevas aleaciones está en auge. Las innovaciones en materiales permiten desarrollar piezas con propiedades mecánicas excepcionales, mejorando su resistencia y optimizando su estructura interna. Estas mejoras son cruciales para sectores como el aeroespacial y el médico, donde la fiabilidad y el rendimiento bajo condiciones extremas son primordiales.

En el futuro, se espera que el portafolio de materiales disponibles continúe expandiéndose, con el objetivo de competir de manera más directa con métodos de fabricación tradicionales. Además de mejorar las propiedades mecánicas, estas nuevas aleaciones permiten optimizar tiempos de producción y reducir costes, lo que resulta especialmente importante en sectores donde la precisión y la durabilidad son claves, como el aeroespacial y el médico.

Sectores de mercado y aplicaciones de la Fabricación Aditiva de Metales

La demanda de piezas fabricadas mediante tecnologías de fabricación aditiva de metales proviene principalmente de sectores como la automoción, el aeroespacial, la maquinaria industrial, la electrónica y el sector médico. Estos sectores valoran la capacidad de la fabricación aditiva para crear geometrías complejas y personalizadas con propiedades mecánicas avanzadas. Más del 70% de la demanda actual proviene de estos mercados, lo que refleja el papel central de la tecnología en su desarrollo.

El mercado de la fabricación aditiva está en constante crecimiento, y se espera que la tecnología continúe expandiéndose hacia nuevos sectores, como el militar y la robótica.

Además, la capacidad de producir piezas personalizadas en pequeñas series ha hecho que la fabricación aditiva se utilice cada vez más en la creación de prototipos y en la producción final de componentes funcionales. La evolución de los materiales y los avances en la automatización del proceso de fabricación aditiva impulsarán aún más su adopción en sectores emergentes.

Binder Jetting, fused deposition modeling (FDM) y comparativa con otras tecnologías

Visión general y propiedades

Binder Jetting es una tecnología de fabricación aditiva de metales que consiste en la deposición de capas de polvo metálico sobre una plataforma, seguidas por la aplicación de un material aglutinante polimérico. El proceso se repite capa a capa, y cada una necesita un curado antes de que se deposite la siguiente. Una vez finalizada la impresión, se elimina el polvo sobrante mediante un proceso conocido como *de-powdering*, y la pieza verde se somete a un ciclo de eliminación y sinterización para formar la pieza metálica final. Aunque este método utiliza una cantidad mínima de aglutinante, lo que hace más eficiente el proceso de eliminación, las piezas verdes producidas por este método suelen ser frágiles y difíciles de manipular.

Por otro lado, **Fused Deposition Modeling (FDM)**, también conocido como *material extrusion o fused filament fabrication (FFF)*, construye piezas mediante la extrusión de material, generalmente una mezcla de polvo metálico y polímero, capa por capa a través de una boquilla. Similar al Binder Jetting, la pieza verde resultante pasa posteriormente por procesos de eliminación y sinterización para convertirse en una pieza metálica. Esta tecnología es más adaptable en cuanto a los materiales utilizados, ya que puede emplear filamento, pellets o varillas, según la configuración de la máquina.

Aunque es eficiente para prototipos, el FDM suele producir piezas con mayor porosidad y superficies más rugosas, lo que requiere pasos adicionales de acabado para igualar la calidad de las piezas producidas por MIM.

Análisis comparativo: Binder Jetting, FDM y MIM

- **Velocidad de producción:** las tecnologías de fabricación aditiva de metales, como el Binder Jetting y el FDM, permiten una rápida creación de prototipos debido a la eliminación de la necesidad de fabricar moldes. Sin embargo, una vez producido el molde, el MIM ofrece tiempos de producción mucho más rápidos en grandes cantidades, ya que puede moldear muchas piezas en un solo ciclo de inyección.
- **Acabado superficial y postprocesado:** el MIM supera tanto al Binder Jetting como al FDM en términos de calidad del acabado superficial. Mientras que las tecnologías de fabricación aditiva de metales a menudo requieren procesos secundarios, como el pulido, para mejorar la superficie, el MIM ofrece resultados más suaves directamente desde el molde, con valores de rugosidad entre Ra 0.8 y 1.6. El Binder Jetting, en particular, produce superficies más rugosas que demandan mayores procesos extra finales.
- **Porosidad y microestructura:** el MIM proporciona un mejor control sobre la porosidad y la microestructura de la pieza final, lo que conduce a una mayor resistencia mecánica y densidad. En cambio, el Binder Jetting y el FDM pueden introducir poros grandes durante el proceso de impresión, lo que da lugar a densidades más bajas. Estas tecnologías suelen requerir tratamientos térmicos posteriores para mejorar las propiedades mecánicas de la pieza.
- **Portafolio de materiales:** el MIM tiene un portafolio de materiales más versátil, con una amplia gama de metales como aceros inoxidables, aleaciones magnéticas blandas y aceros para herramientas. Aunque las tecnologías de fabricación aditiva de metales están expandiendo su rango de materiales, todavía están limitadas a unos pocos metales, como los aceros inoxidables y algunas aleaciones de herramientas.

Análisis específico Metal Additive Manufacturing vs. MIM

Comparativa de propiedades de piezas y procesos con MIM

Tanto la fabricación aditiva de metales (**Metal Additive Manufacturing**) como el moldeo por inyección de metales (**MIM**) presentan ventajas y desafíos únicos. Mientras que el MIM ofrece piezas con propiedades mecánicas sobresalientes y acabados superficiales excepcionales, la fabricación aditiva permite una mayor flexibilidad en el diseño y la fabricación de geometrías más complejas. En cuanto a las propiedades mecánicas, el MIM sigue superando a la fabricación aditiva en densidad y resistencia de las piezas, particularmente en materiales como el acero 17-4PH, donde las piezas MIM presentan una densidad y resistencia superiores a las fabricadas mediante técnicas aditivas como Binder Jetting o FDM.

Comparativa de resultados entre Metal Additive Manufacturing y MIM

El MIM se mantiene como la tecnología más adecuada para la producción de piezas pequeñas y de mediana complejidad en grandes lotes, ofreciendo una relación coste-eficiencia superior para este tipo de productos. Sin embargo, la fabricación aditiva destaca en la creación de prototipos y tiradas cortas, especialmente en geometrías que serían imposibles o costosas de realizar con MIM. Así, mientras MIM es más competitivo en series grandes por su velocidad de producción tras el moldeo, la fabricación aditiva permite tiempos de desarrollo más cortos para piezas complejas.

Beneficios de integrar ambas tecnologías en el proceso de producción

En lugar de ser tecnologías competitivas, **Metal Additive Manufacturing** y **MIM** se complementan de manera efectiva. La fabricación aditiva puede servir como una herramienta clave en las primeras fases de desarrollo de producto, permitiendo crear prototipos rápidos y realizar iteraciones de diseño antes de pasar a la producción en masa mediante **MIM**. Además, **Metal Additive Manufacturing** puede ayudar a optimizar el proceso de sinterización y el posicionamiento de las piezas, acelerando la producción **MIM** y reduciendo costes y tiempos de desarrollo.

Comparativa de costes, tiempo y propiedades de las piezas

En cuanto a los costes, **Metal Additive Manufacturing** tiende a ser más caro que el **MIM** en series grandes debido al elevado coste de los equipos y los materiales, además de la necesidad de operaciones secundarias en muchas piezas para mejorar el acabado superficial. No obstante, para series cortas y piezas con geometrías altamente complejas, el ahorro en la creación de moldes hace que la fabricación aditiva sea más competitiva. Además, la fabricación aditiva permite una reducción significativa de tiempo en la etapa de desarrollo, lo que puede ser crucial para productos que requieren rápidas iteraciones de diseño.

Metal Additive Manufacturing vs. MIM: ¿Competencia o complemento?

Lejos de ser competencia directa, estas tecnologías se posicionan como complementarias en la cadena de valor de la fabricación. La capacidad de crear geometrías imposibles con **Metal Additive Manufacturing**, combinada con la eficiencia en producción masiva del **MIM**, ofrece a las empresas la flexibilidad para elegir la mejor tecnología para cada etapa del ciclo de producción, maximizando tanto la calidad como la eficiencia en costes.

Innovaciones y futuro de la fabricación aditiva de metales en relación con MIM

El futuro de **Metal Additive Manufacturing** apunta hacia una mayor integración con **MIM** y otros procesos industriales. A medida que se desarrollen nuevos materiales y se optimicen las tecnologías de impresión 3D, será posible utilizar la fabricación aditiva para una gama más amplia de aplicaciones industriales, reduciendo las barreras entre ambas tecnologías y abriendo nuevas oportunidades de producción.

Uso en sectores clave: automoción, aeroespacial, médico y consumo

La fabricación aditiva de metales (**Metal Additive Manufacturing**) ha encontrado aplicaciones clave en sectores industriales como automoción, aeroespacial, médico y consumo. En cada uno de estos sectores, la capacidad de producir piezas con geometrías complejas, personalizadas y con propiedades mecánicas de alta calidad ha transformado la forma en que se desarrollan componentes críticos.

En el **sector automoción**, la fabricación aditiva se utiliza principalmente para la producción de piezas ligeras y optimizadas que mejoran la eficiencia energética de los vehículos. Estas piezas, además, permiten la integración de funciones y la reducción de ensamblajes complejos. En Ecrimesa Group, se han desarrollado soluciones innovadoras para este sector, logrando la creación de piezas personalizadas y producciones cortas a precios competitivos, lo que permite una adaptación rápida a las necesidades.

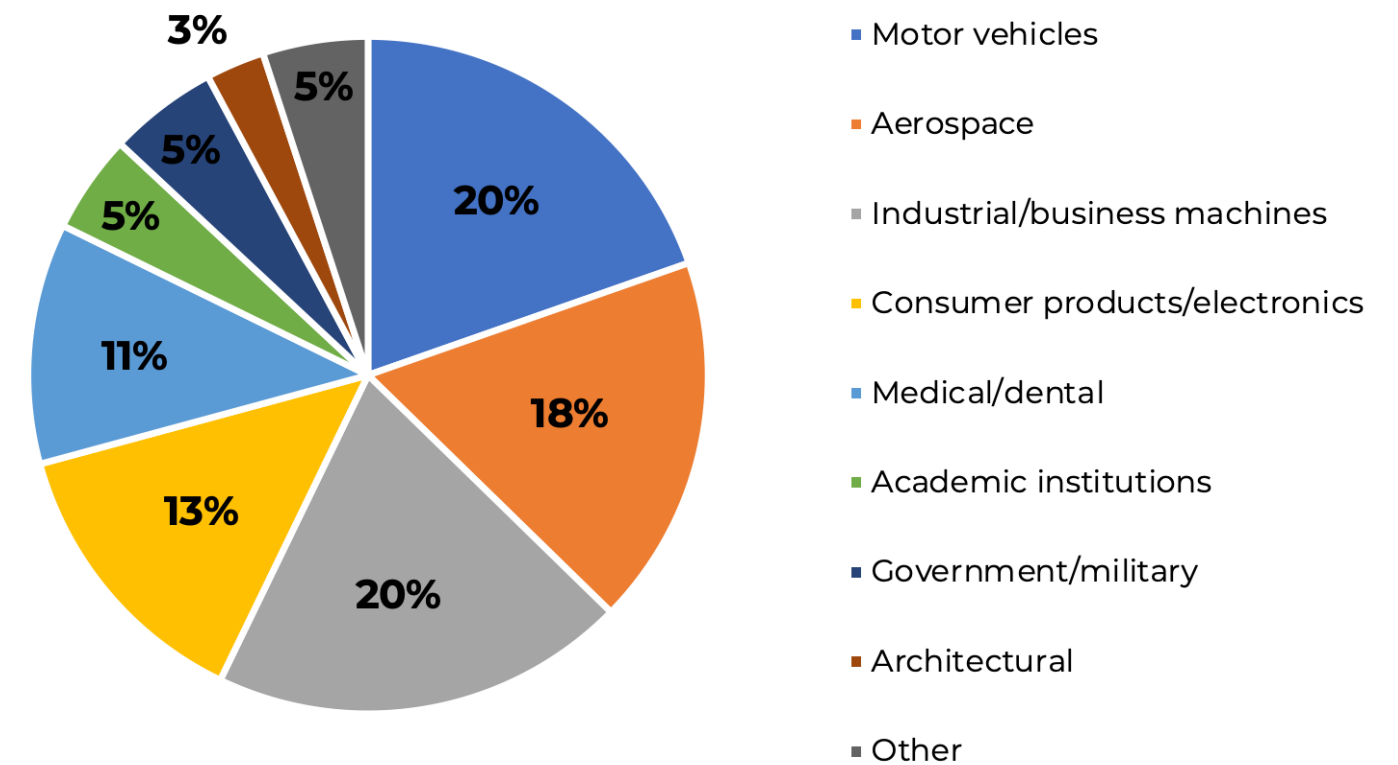
En el mercado **aeroespacial**, la precisión y la resistencia de las piezas producidas mediante tecnologías aditivas permiten el desarrollo de componentes que cumplen con las rigurosas exigencias de esta industria. Los productos fabricados son resistentes a condiciones extremas de temperatura y presión, y cumplen con las estrictas normativas internacionales de calidad. Ecrimesa Group cuenta con homologaciones como la EN9100 para la fabricación de piezas destinadas a la industria aeronáutica.

El **sector médico** ha encontrado en la fabricación aditiva una herramienta esencial para el desarrollo de prótesis, implantes y otros dispositivos médicos. La capacidad de personalizar cada pieza a las necesidades específicas del paciente, junto con la posibilidad de fabricar geometrías complejas, ha permitido una mayor precisión y mejor ajuste en los tratamientos médicos.

Por último, los **sectores de consumo** están viendo un crecimiento en la aplicación de tecnologías de fabricación aditiva, especialmente en la producción de productos personalizados como gafas, joyería y otros artículos de alta gama. Esta tecnología permite la creación de piezas únicas y altamente personalizadas, lo que amplía las posibilidades de diseño y producción en masa a través de tiradas cortas.

Expansión en nuevos mercados

Además de estos sectores clave, la fabricación aditiva está entrando en mercados emergentes como la robótica, los drones y la industria de la energía. Aquí se valoran las ventajas de la fabricación aditiva para desarrollar piezas ligeras y resistentes que mejoran la eficiencia operativa y la personalización del producto. La capacidad de Ecrimesa Group para adaptarse a estos nuevos mercados es crucial en su estrategia de crecimiento.



*Demanda de mercado por sectores.
Fuente: Wohlers Associates, Inc.*

Prototipos y piezas piloto: cómo aceleramos el proceso de diseño

En Ecrimesa Group, la fabricación de prototipos es una etapa crucial para asegurar la calidad y viabilidad de las piezas antes de pasar a la producción en masa. Gracias a la tecnología de **Metal Additive Manufacturing**, aceleramos los procesos de diseño, optimizando tiempos y costes, lo que nos permite ofrecer soluciones rápidas a nuestros clientes.

Las impresoras 3D, como la Studio **System de Desktop Metal** y **Raise3D**, nos permiten fabricar prototipos con propiedades mecánicas y dimensionales muy cercanas a las obtenidas por procesos tradicionales como el **MIM**. Con esta tecnología, no solo reducimos los plazos de entrega de prototipos, sino que también logramos estudios detallados de diseño, optimización de sinterización y posicionamiento, minimizando posibles defectos o deformaciones durante la producción.

Equipos y tecnología: impresoras Desktop Metal y Raise3D

Nuestra elección de equipos se basa en un extenso trabajo de benchmarking para evaluar las mejores soluciones del mercado. La **Desktop Metal Studio System** y **Raise3D** destacan por su capacidad para producir prototipos de alta precisión, minimizando errores y reduciendo el número de pasos manuales en el proceso de fabricación. Estas impresoras no solo permiten fabricar prototipos para evaluación, sino que también son útiles para la producción de pequeñas series de piezas complejas, donde la inversión en moldes sería demasiado elevada.

Casos de estudio en la industrialización de piezas con tecnología Metal additive Manufacturing en Ecrimesa Group

Uno de los ejemplos más representativos de cómo utilizamos **Metal Additive Manufacturing** para acelerar la industrialización es la fabricación de prototipos de soporte verde, lo que permitió evitar deformaciones en el proceso de sinterización. Esta tecnología también ha sido crucial para realizar estudios de viabilidad antes de fabricar moldes, lo que nos permite ofrecer a nuestros clientes una solución completa y eficiente desde las etapas iniciales del proyecto hasta la producción final.



Industria 4.0: la evolución hacia la producción masiva con Metal additive manufacturing.

La incorporación de la **Industria 4.0** en los sistemas de fabricación ha abierto nuevas oportunidades para el crecimiento y desarrollo de la fabricación aditiva de metales (**Metal Additive Manufacturing, AM**). Este enfoque, que combina la automatización, los datos y la conectividad, está permitiendo que la tecnología AM evolucione hacia la producción masiva, integrándose en cadenas de producción más complejas y avanzadas.

Desarrollo de nuevos materiales y ampliación de aplicaciones

Uno de los factores clave en la evolución de la fabricación aditiva es el desarrollo continuo de **nuevos materiales**. Actualmente, los aceros inoxidables y aleaciones de titanio dominan el mercado, sin embargo, la investigación en **superaleaciones** y materiales avanzados como cobre y níquel está en pleno auge. Estos nuevos materiales expanden las aplicaciones de la AM en sectores como la **automoción, la industria pesada** y otros, donde las demandas de resistencia y durabilidad son críticas.

La **optimización topológica** y la posibilidad de crear geometrías complejas han hecho que la fabricación aditiva sea especialmente atractiva para aplicaciones personalizadas en el sector **médico** y **aeroespacial**, donde el peso y la personalización juegan un rol fundamental. A medida que se desarrollen más materiales, la AM podrá competir directamente con tecnologías tradicionales en un mayor número de sectores.

Retos tecnológicos y económicos a superar en los próximos años

A pesar de los avances, la adopción masiva del Metal Additive Manufacturing enfrenta varios desafíos tecnológicos y económicos. Los principales retos incluyen:

- **Velocidad de producción:** Aunque la fabricación aditiva es ideal para tiradas cortas y prototipos, todavía es menos competitiva que los métodos tradicionales para la producción masiva. El desafío radica en **aumentar la velocidad de impresión** sin comprometer la calidad, lo que reduciría significativamente los costes por pieza.
- **Costes de los equipos:** El alto coste de las impresoras 3D de metales y de los materiales limita la adopción a gran escala, especialmente en sectores más sensibles al precio como la automoción. **La reducción de costes operativos y de maquinaria** será clave para que la AM gane más terreno en industrias de volumen.
- **Calidad de las piezas y acabado superficial:** Aún es necesario mejorar la **calidad superficial** de las piezas impresas y reducir los procesos secundarios como el pulido y el mecanizado para hacer más eficiente la producción.

Innovaciones y futuro de Additive Manufacturing

El futuro de la fabricación aditiva de metales se vislumbra lleno de innovaciones y mejoras que podrían revolucionar aún más la industria. Algunas de las áreas clave donde se esperan avances incluyen:

1. **Mejora de la velocidad de impresión:** La optimización de los sistemas de impresión para hacerlos más rápidos y eficientes permitirá reducir los costes de producción por pieza. Esta mejora es crucial para que la AM se convierta en una tecnología competitiva frente a los métodos tradicionales de fabricación a gran escala.
2. **Desarrollo de nuevos materiales:** Además de los aceros inoxidables y aleaciones de titanio, se espera la aparición de **nuevas aleaciones metálicas** que ampliarán el portafolio de materiales. Esto permitirá que la AM compita en sectores como la **automoción** y la **industria pesada**, donde actualmente tiene una presencia más limitada.
3. **Automatización y robótica:** El uso de la robótica y la automatización en los procesos de AM permitirá optimizar las operaciones y reducir los tiempos de producción, alineándose con los principios de **Industria 4.0**. La combinación de estas tecnologías será clave para hacer viable la producción masiva.

Estandarización en Additive Manufacturing

Uno de los factores más importantes para la adopción masiva de la fabricación aditiva en industrias reguladas como la aeroespacial y la médica es la **estandarización de los procesos**. Para que la AM se consolide, es crucial desarrollar **normativas internacionales** que estandaricen los procedimientos, garanticen la calidad y aseguren la **seguridad de las piezas**.

Ya se han dado importantes pasos en este sentido, con la creación de estándares por organizaciones como **ISO** y **ASTM**, que cubren aspectos clave como la **calidad del polvo metálico, la calificación de operadores de máquinas y los requisitos de las piezas fabricadas**. Sin embargo, queda mucho camino por recorrer para que estas normas se adopten globalmente y se asegure una mayor confianza en la tecnología.

Normativas internacionales y estándares de calidad (ISO/ASTM)

La fabricación aditiva de metales, al igual que otras tecnologías industriales, requiere cumplir con **normativas internacionales** que aseguren la calidad, seguridad y fiabilidad de las piezas producidas. En sectores críticos como el **aeroespacial, médico y de defensa**, donde los estándares de calidad son extremadamente altos, el cumplimiento de estas normativas es crucial para la adopción y expansión de la tecnología.

Normativas internacionales y estándares (ISO/ASTM)

Dos de las principales organizaciones encargadas de desarrollar y mantener los estándares en fabricación aditiva son la **ISO** (Organización Internacional de Normalización) y **ASTM** (American Society for Testing and Materials). Ambas han desarrollado un conjunto de normas específicas para la fabricación aditiva de metales, abarcando aspectos como la **calidad del material, los procesos de fabricación y las pruebas de las piezas fabricadas**. Algunos de los estándares más relevantes incluyen:

- **ISO/ASTM 52900:2015:** Principios generales y terminología para la fabricación aditiva.
- **ISO/ASTM 52901:2017:** Requisitos generales para la compra de piezas fabricadas mediante AM.
- **ISO/ASTM 52910:2018:** Recomendaciones para el diseño en fabricación aditiva, centrándose en la viabilidad de los procesos.
- **ISO/ASTM DIS 52907:** Especificaciones técnicas para polvos metálicos en fabricación aditiva.
- **ISO/ASTM 52941:** Desempeño y fiabilidad de los sistemas de fusión de polvo metálico por láser, utilizados en aplicaciones aeroespaciales.

Estas normas son fundamentales para garantizar que los procesos y productos de fabricación aditiva cumplan con los más altos estándares de calidad y seguridad, facilitando su adopción en sectores regulados.

Impacto en la industria aeroespacial, médica y otros sectores regulados

La **industria aeroespacial** es uno de los principales usuarios de la fabricación aditiva de metales debido a la capacidad de esta tecnología para crear piezas ligeras y altamente resistentes. Sin embargo, debido a los estrictos requisitos de seguridad y calidad que exige este sector, la **certificación de procesos y materiales** es indispensable. Normas como la **EN9100** (que Ecrimesa Group cumple) garantizan que las piezas fabricadas mediante AM no solo sean eficientes, sino que también superen las rigurosas pruebas de resistencia, tolerancia y fiabilidad requeridas en este ámbito.

En la **industria médica**, la personalización es clave, y la fabricación aditiva ha demostrado ser una tecnología revolucionaria en la creación de **prótesis personalizadas, implantes y dispositivos quirúrgicos**. Normativas como la **ISO 13485**, aplicable a dispositivos médicos, son esenciales para asegurar que las piezas cumplen con los requisitos de seguridad y calidad necesarios en el entorno médico.

Otros sectores regulados, como la **defensa y la industria automotriz**, también están adoptando gradualmente la tecnología AM. Las normativas en estos campos se centran principalmente en garantizar la resistencia y durabilidad de las piezas en condiciones extremas, así como en la reducción de peso sin comprometer la seguridad.

Cómo Ecrimesa Group cumple con los estándares más exigentes del mercado

Ecrimesa Group se ha posicionado como un líder en la adopción de estándares internacionales en todos sus procesos de fabricación. La compañía cuenta con una serie de certificaciones que garantizan que sus productos cumplen con las normativas más exigentes en los sectores regulados:

- **EN9100:** Certificación que garantiza la calidad en la fabricación de componentes para el sector aeroespacial, asegurando el cumplimiento de los estrictos requisitos internacionales de esta industria.
- **IATF 16949:** Esta certificación internacional asegura la calidad en la producción de piezas para la industria automotriz, garantizando que Ecrimesa Group cumple con los requisitos globales en cuanto a seguridad, calidad y eficiencia.
- **ISO 14001:** Enfocada en la gestión medioambiental, esta norma certifica que los procesos de fabricación de Ecrimesa Group no solo son eficientes, sino que también minimizan su impacto medioambiental.
- **CQI-9:** Especificación para el control de procesos de tratamientos térmicos, fundamental en la fabricación de componentes metálicos con propiedades mecánicas óptimas.

Estas certificaciones, combinadas con un riguroso sistema de control de calidad y el cumplimiento de normas ISO/ASTM, aseguran que **Ecrimesa Group** sigue siendo un proveedor fiable para sectores altamente regulados. Además, la empresa está comprometida con la mejora continua y la innovación, lo que le permite mantenerse a la vanguardia de la **Industria 4.0** y los avances en **Metal Additive Manufacturing**.

Integración de la IA en la tecnología Additive Manufacturing

La integración de la **Inteligencia Artificial** en la tecnología **Metal Additive Manufacturing** está revolucionando el diseño, optimización y fabricación de piezas metálicas.

Las principales aplicaciones de la **IA** en la tecnología **AM** son:

1. **Optimización del diseño generativo.** Creación de geometrías complejas optimizadas en peso, resistencia y rendimiento mediante la utilización de algoritmos, reduciendo a su vez el desperdicio de material y mejorando la eficiencia de la pieza fabricada.
2. **Monitorización y control de calidad.** Detección de defectos durante el proceso de impresión mediante sensores, ajustando parámetros automáticamente para minimizar rechazo y mejorar la repetitividad.
3. **Simulación y predicción del comportamiento de materiales.** Modelos de IA pueden predecir deformaciones, tensiones residuales y microestructuras en piezas metálicas, permitiendo ajustes antes de la impresión y procesos posteriores para evitar errores y mejorar las propiedades mecánicas.
4. **Automatización del flujo de trabajo.** La IA ayuda a gestionar la planificación de impresión, la selección de materiales de acuerdo a las propiedades requeridas y la optimización de la distribución de piezas en la mesa de impresión, mejorando así la producción y reduciendo costes de proceso.
5. **Mejora en la eficiencia energética y sostenibilidad.** La IA también puede optimizar el uso de energía y materiales, reduciendo el impacto ambiental.

En definitiva, la combinación de **IA y fabricación aditiva** está permitiendo una mayor personalización, tiempos de producción más cortos y costes más bajos en los sectores donde la tecnología está teniendo mayor asentamiento, como son los sectores aeroespacial, automotriz y médico. A medida que la IA avanza, la fabricación aditiva se vuelve más autónoma, precisa y accesible para aplicaciones industriales a gran escala.



Conclusiones: Metal Additive Manufacturing en Ecrimesa Group

La evolución de la **Fabricación Aditiva de Metales** ha transformado la manera en que las empresas abordan el diseño y la producción de piezas metálicas complejas. A lo largo de esta guía, hemos explorado cómo tecnologías como el **Binder Jetting** y el **Fused Deposition Modeling (FDM)** ofrecen nuevas oportunidades para la fabricación de componentes con geometrías imposibles de lograr mediante métodos tradicionales. Estas tecnologías, aunque presentan ciertos desafíos, están demostrando ser herramientas importantes en sectores tan diversos como el **aeroespacial, la automoción y el médico**.

Ecrimesa Group, con su sólida experiencia de más de 60 años en la fabricación de piezas metálicas, ha sabido incorporar la fabricación aditiva como una parte integral de su estrategia tecnológica. Ha sabido combinar su know-how en **MIM (Moldeo por Inyección de Metales)** con la flexibilidad y rapidez que ofrece el **Metal Additive Manufacturing (AM)**.

La capacidad de **Ecrimesa Group** para integrar la fabricación aditiva en su proceso productivo ha supuesto una serie de ventajas:

- **Reducción de tiempos de desarrollo:** Aceleración del proceso de diseño y prototipado, ofreciendo a los clientes la posibilidad de iterar con rapidez antes de pasar a la producción masiva mediante MIM.
- **Personalización y flexibilidad:** Posibilidad de producir piezas personalizadas y con geometrías complejas que serían imposibles de fabricar utilizando tecnologías tradicionales.
- **Complementariedad con MIM:** En lugar de ver la fabricación aditiva como una competencia para el MIM, Ecrimesa Group ha adoptado un enfoque complementario. El Additive Manufacturing permite la creación de prototipos y series cortas, mientras que el MIM sigue siendo la opción ideal para la producción masiva de piezas con propiedades mecánicas exigentes.

Hacia el futuro: Innovación y crecimiento

El futuro de **Metal Additive Manufacturing** en **Ecrimesa Group** está marcado por la innovación y la mejora continua. La empresa ha realizado importantes inversiones en la mejora de sus procesos, incluyendo la adquisición de equipos avanzados como las impresoras **Desktop Metal Studio System y Raise3D**, que no solo permiten la fabricación de prototipos, sino también la producción de series cortas de piezas con una alta precisión.

Además, en Ecrimesa Group sigue trabajando en la ampliación de su **portfolio de materiales**, lo que permitirá expandir su presencia en nuevos mercados y ofrecer soluciones más completas a sus clientes. Este enfoque, junto con su compromiso con la **sostenibilidad** y el cumplimiento de las **normativas internacionales**, la posiciona como un referente en la fabricación de piezas metálicas avanzadas.



Produciendo piezas de acero y aluminio desde 1964, siempre con tecnologías de vanguardia: fundición a la cera perdida, MIM, mecanizado y *additive manufacturing*.

Saber más.

Avenida de Parayas s/n
39011 Santander (Cantabria)
SPAIN
+34 942 33 45 11 (tel.)
+34 942 34 65 49 (fax)

**www.ecrimesagroup.com
ecrimesa@ecrimesa.es**