



MATERIAL DE FORMACIÓN



WWW.AMABLE.EU

Índice

01

Descripción general de los procesos de fabricación aditiva

ALCANCE	4
PROCESO DEFINIDO POR ESTÁNDARES	5
DEFINICIONES	7
PROCESOS PARA METAL	7
DEPOSICIÓN DE ENERGÍA FOCALIZADA	8
HAZ DE ELECTRONES	9
HAZ LASER	10
ARCO ELÉCTRICO	12
FUSIÓN DE LECHO DE POLVO (PBF)	14
COMPARACIÓN TECNOLOGÍAS FA DE METALES	17
FOTOPOLIMERIZACIÓN EN TANQUE O CUBA	18
LAMINADO DE HOJAS	22
PROYECCIÓN DE MATERIAL	24
PROYECCIÓN DE MATERIAL	25
EXTRUSIÓN DE MATERIAL	27

02

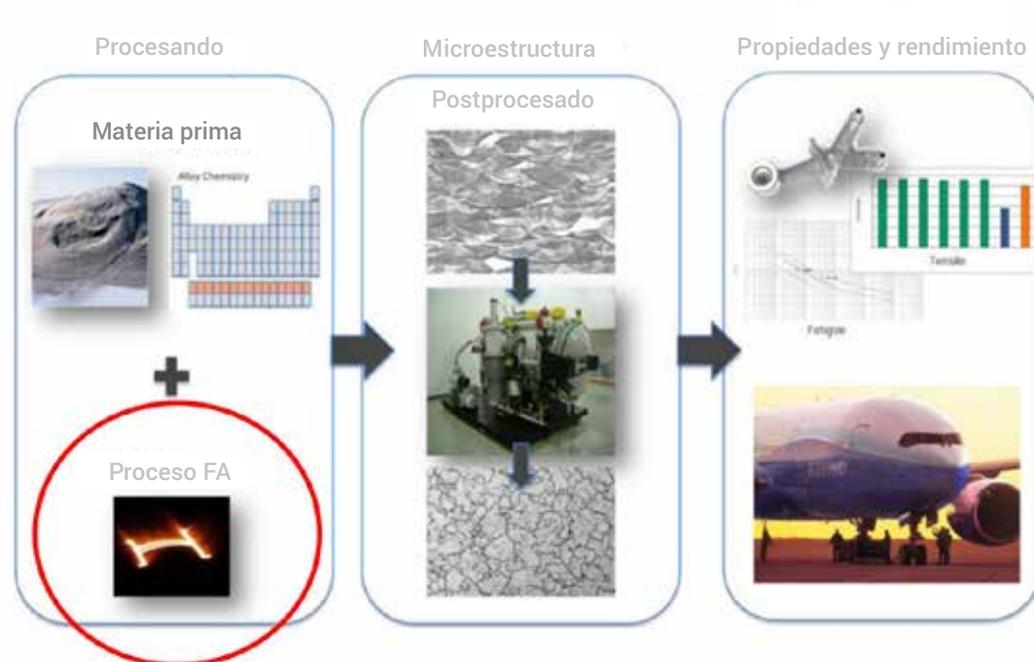
Cadena de valor en la fabricación aditiva

VALOR AÑADIDO GENERADO MEDIANTE FABRICACIÓN ADITIVA (FA)	28
¿CUÁL ES EL MEJOR PROCESO DE FA PARA MI PRODUCTO?	29

01 Descripción general de los procesos de fabricación aditiva

Alcance

La **Fabricación aditiva (FA)** es un proceso de fabricación que permite la construcción de piezas 3D mediante el procesamiento de materia prima en diversas formas (como polvo, hilo, ...).



Sin embargo, en muchos casos, para obtener la microestructura necesaria que permita alcanzar el rendimiento y las propiedades deseadas, es necesario realizar un postprocesado

Conocimiento:

Conocimiento actual y amplio de la teoría, principios y aplicabilidad de:

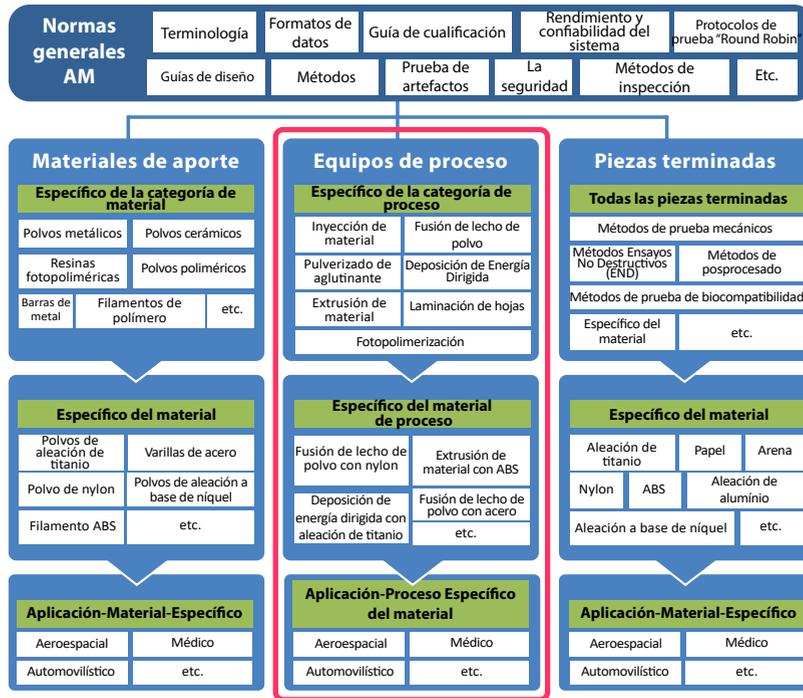
- Deposición energía focalizada. Directed energy deposition (DED)
- Fusión de lecho de polvo. Powder bed fusion (PBF)
- Fotopolimerización en tanque o cuba. VAT Photopolimerization (VPP)
- Proyección de material. Material jetting (MJT)
- Proyección de aglutinante. Binder jetting (BJT)
- Extrusión de material. Material extrusion (MEX)
- Laminado de hojas. Sheet lamination (SHL)

Objetivos:

- Distinguir piezas producidas por diferentes procesos de FA
- Reconocer las ventajas y limitaciones de los procesos de FA
- Identificar la aplicabilidad de diferentes procesos de FA
- Conocer las necesidades y opciones de tecnologías de postprocesado para lograr la calidad en la superficie requerida.

Proceso definido por estándares

Estructura de estándares de fabricación aditiva



Estándares generales de FA de nivel superior

- Conceptos generales
- Requisitos comunes
- Generalmente aplicable

Estándares de categoría FA

Específico para la categoría de material o la categoría de proceso

Estándares FA especializados

Específico al material, proceso o aplicación



Tecnologías de Fabrico Aditivo

	TECNOLOGÍA	MATERIALES	MERCADOS TÍPICOS	RELEVANCIA PARA EL METAL
Fusión	Fusión de lecho de polvo - la energía térmica fusiona de forma selectiva regiones de un lecho de polvo	Metales, polímeros	Prototipos, pieza funcional	●
	Deposición directa de energía - la energía térmica focalizada se utiliza para fundir materiales mientras se está depositando el material	Metales	Pieza directa, reparación	◐
	Laminación de hojas - Láminas de material se unen para formar un objeto	Metales, papel	Prototipos, pieza directa	◑
Sinterización	Pulverizado de ligante - el agente aglutinante líquido se deposita selectivamente para unir el material en polvo	Metales, polímeros, arena de fundición	Prototipado, pieza directa, moldes de fundición	◑
	Pulverizado de material - las gotas de material de construcción se depositan selectivamente	Polímeros, Ceras	Prototipos, molde de fundición	○
	Extrusión de material - el material se dispensa de forma selectiva a través de una boquilla u orificio	Polímeros	Creación de prototipos	○
	Fotopolimerización - un fotopolímero líquido se cura selectivamente mediante polimerización activada por luz	Fotopolímeros	Creación de prototipos	○

AM technologieën voor metalen objecten.



Foto: GE Aviation

Definiciones

La norma ISO / ASTM 52900-18: "Additive manufacturing — General principles — Terminology" en inglés y la UNE-EN ISO 17296-2:generales – Parte 2: Visión general de categorías de procesos y de materias primas" en español definen la terminología básica que se utilizará para todo lo relacionado con la fabricación aditiva. Estos estándares se establecen para:

Fabricación aditiva (FA)

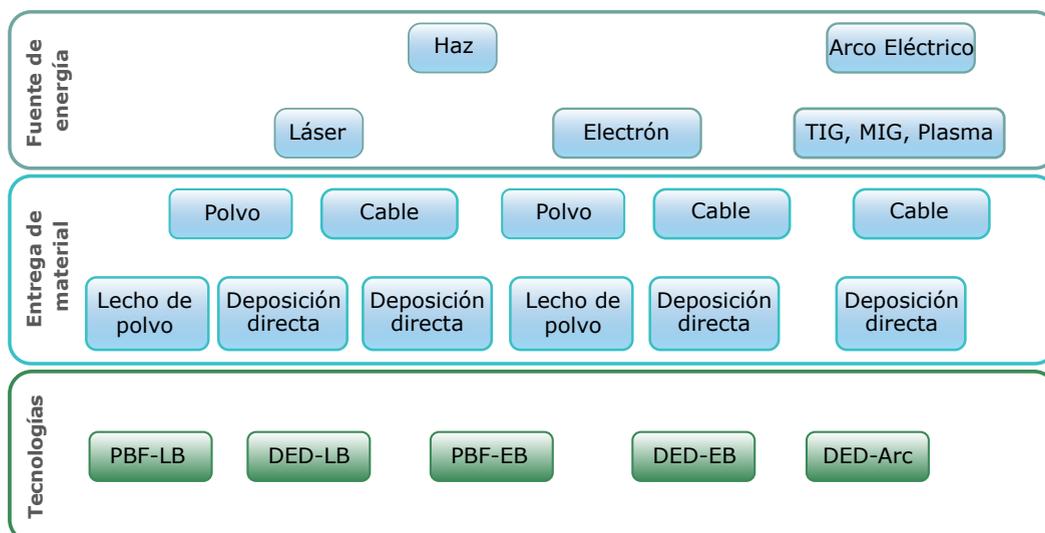
"Proceso de unir materiales para hacer piezas a partir de datos de modelos 3D, generalmente capa sobre capa, en contraposición a las metodologías de fabricación sustractiva y formativa". Términos históricos: fabricación aditiva, procesos aditivos, técnicas aditivas, fabricación de capas aditivas, fabricación de capas, fabricación de forma libre sólida y fabricación de forma libre.

Impresión 3D

"Fabricación de objetos mediante la deposición de un material utilizando un cabezal de impresión, boquilla u otra tecnología de impresión". Término que se utiliza a menudo en un contexto no técnico como sinónimo de fabricación aditiva; hasta la actualidad, este término se ha asociado en particular con máquinas que son de bajo precio y / o capacidad general.

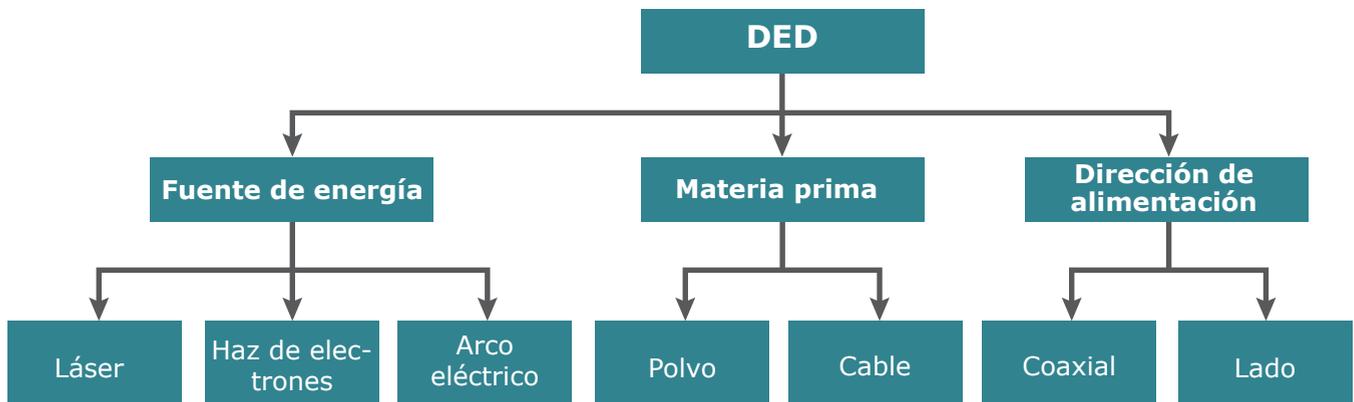
Proceso para metales

Clasificación de tecnologías de Fusión de Lecho de Polvo (PBF) y deposición de Energía Focalizada (DED)



Deposición de Energía Focalizada. Directed Energy Deposition (DED)

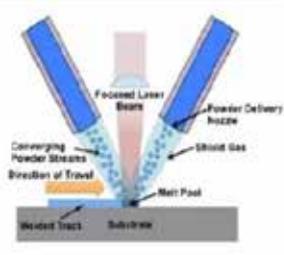
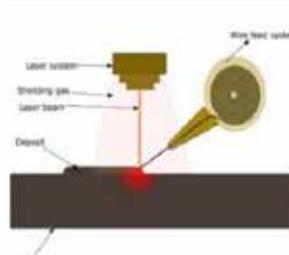
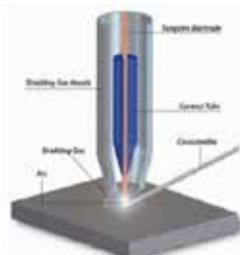
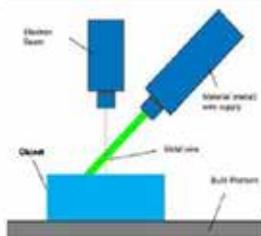
“Proceso de fabricación aditiva en el que se utiliza energía térmica focalizada para fusionar materiales fundiéndolos a medida que se van depositando”, según ISO / ASTM 52900-18. “Energía térmica focalizada” significa que una fuente de energía (por ejemplo: haz láser, haz de electrones o arco eléctrico) se enfoca para fundir los materiales que se depositan.



Materia prima



Fuente de energía



Nomenclatura de la Tecnología



Haz de electrones (EB)

Ventajas

- Tasa de deposición más alta
- Grandes piezas (mayor espacio de fabricación)
- Materiales difíciles de soldar
- Metales reactivos (Ti, Al, TiAl)
- Material en hilo o alambre (+ barato, - inflamable)
- Alta eficiencia energética (> 95%, x5-10 SLM)
- Bajas tensiones residuales
- Requisitos de soporte más bajos

Foto: Arevo Labs



Desventajas

- Equipos grandes y complejos
- Inversión de alto coste
- Equipo de mantenimiento de alto coste
- Se necesita cámara de vacío (+ tiempo y acceso)
- Mayor rugosidad ($Ra > 40\mu\text{m}$) (x3 SLM)



Foto: Lockheed Martin

Aplicaciones y sectores

- Palas de turbina para producción de energía
- Componentes nucleares
- Componentes metálicos refractarios
- Materiales balísticos
- Componentes de bombas industriales
- Fabricación de semiconductores
- Reparación y reacondicionamiento de herramientas
- Componentes para aeronáutica y aeroespacial

Foto: Forgemasters



Materiales

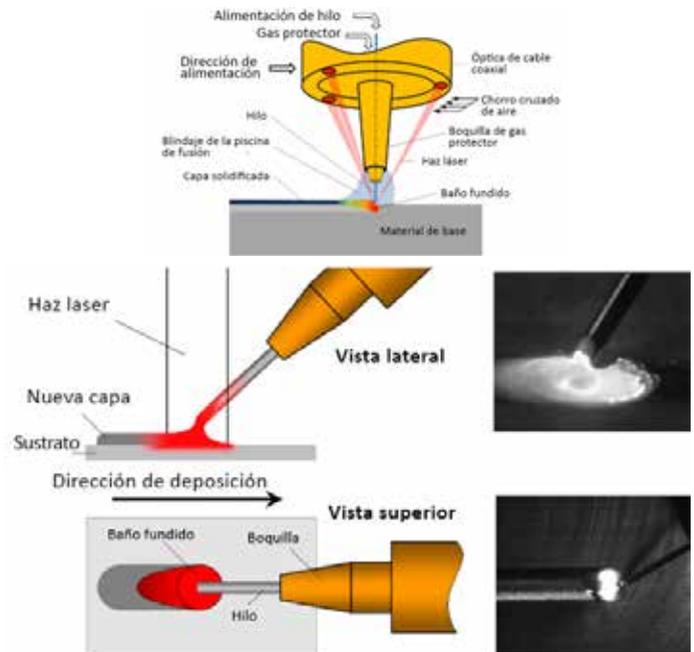
- Acero, 4340
- Acero inoxidable
- Titanio y aleaciones de titanio, Ti64
- Aluminio, 2319, 4043
- Tantalio
- Tungsteno
- Niobio
- Inconel 718, 625
- Cobalto-cromo ASTM F75
- TiAl
- Cobre puro



Foto: GE Additive

Deposição Direccionada com Energia (DED)

Raio laser



Vantajas

- Tasa de deposición media a alta
- Piezas de tamaño mediano
- Componentes de forma casi final
- Amplia gama de materiales
- Multimaterial y materiales con gradiente funcional
- Reparación y remanufactura

Desventajas

- Coste del equipo
- Baja resolución
- Necesidades de postprocesado



Foto: Arcam

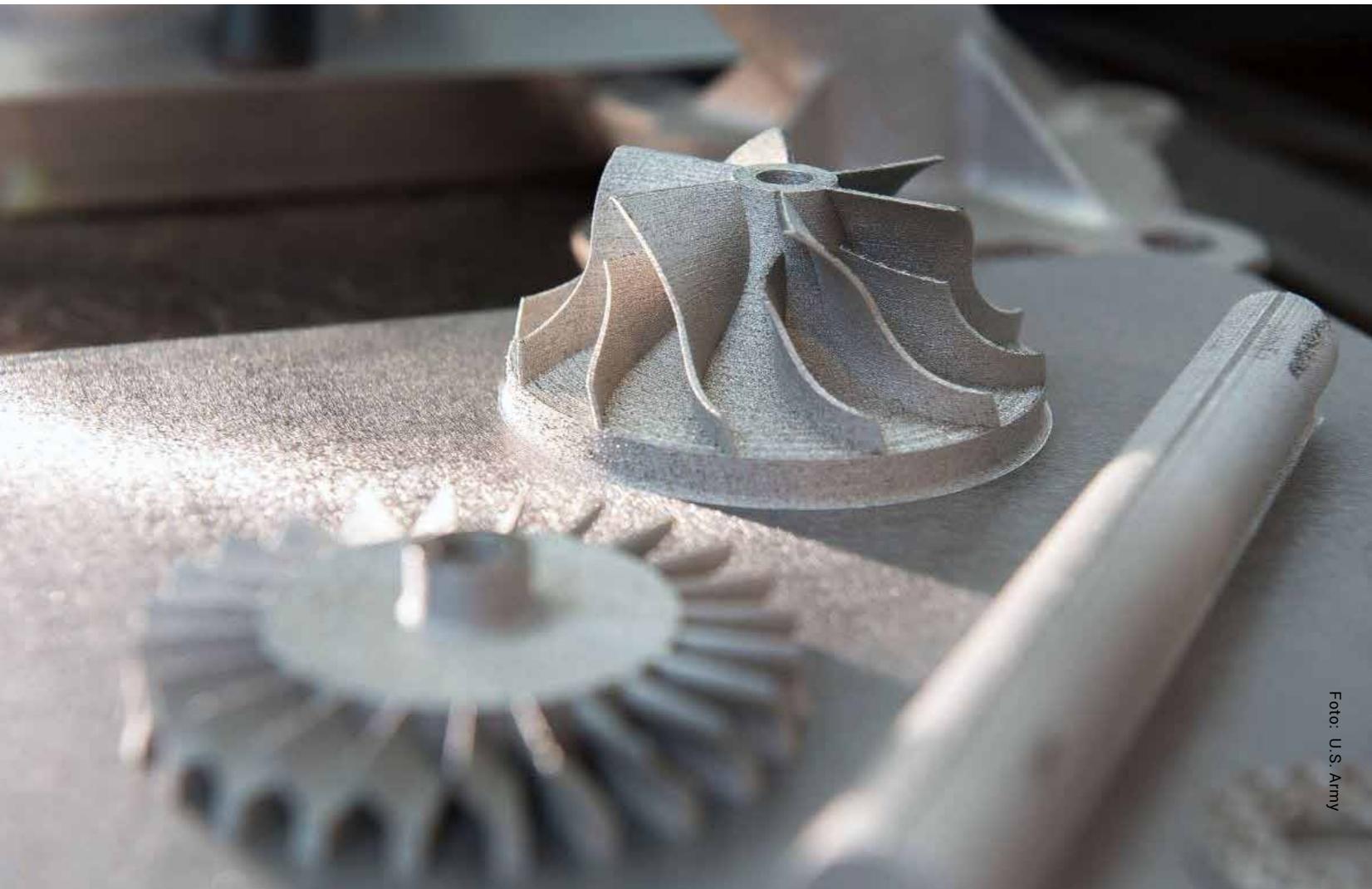


Aplicaciones y sectores

- Turbomáquinas
- Componentes aero
- Moldes y herramientas
- Automoción
- Componentes para ambientes submarinos y n alta mar

Materiales

- Aceros
- Aleaciones a base de Ni
- Aleaciones a base de Co
- Titanio
- Carburos



Deposición de Energía Focalizada (DED)

Arco eléctrico



Ded - mig-mag o tig

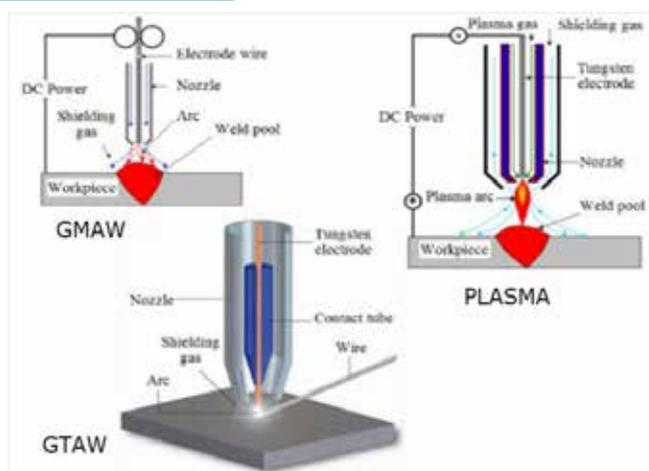
- Procesos MIG-MAG (GMAW) y TIG (GTAW)
- Alimentación en forma de hilo
- Equipamiento de coste reducido
- Tasas de deposición de hasta 5 kg/h
- Poca pérdida de material en comparación con las tecnologías basadas en polvo



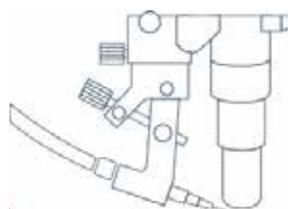
Ded - Plasma

- Procesos de plasma y μ -plasma
- Alimentación de polvo o hilo
- Tasas de deposición de hasta 10 kg / h
- Disponibilidad de polvos

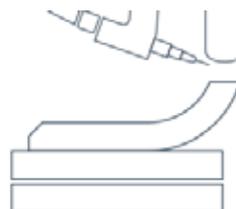
Variantes DED arco



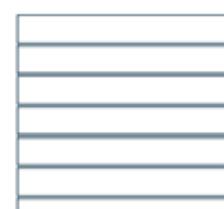
Pasos:



1. Fusión



2. Deposición de capas



3. Depósito de piezas sólidas

Ventajas

- Alta tasa de deposición
- Piezas de gran tamaño
- Elevada eficiencia en el uso de materia prima (buena relación compra-vuelo)
- Coste reducido de equipos
- Amplia gama de materiales
- Coste reducidos de material de aporte hilo



Foto: RamLab

Desventajas

- Resolución más baja
- Distorsiones geométricas
- Necesidades de postprocesado



Foto: Norsk Titanium

Aplicaciones y sectores

- Naval
- Componentes aero
- Energía
- Moldes y herramientas

Materiales

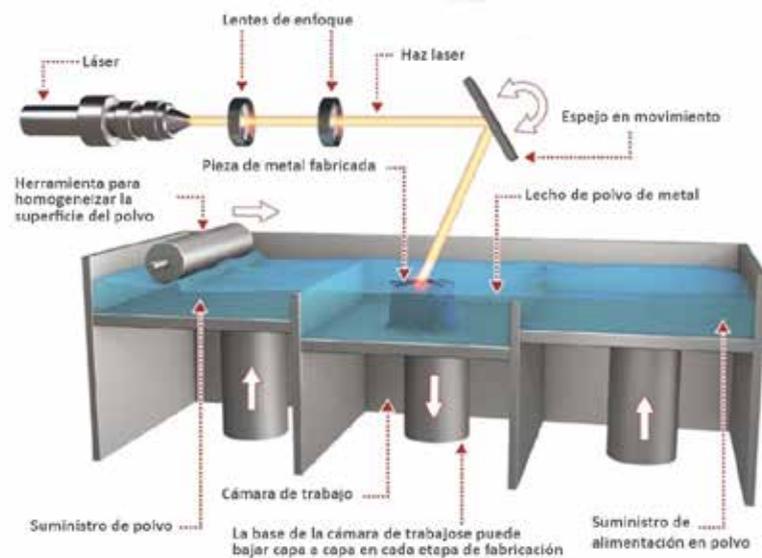
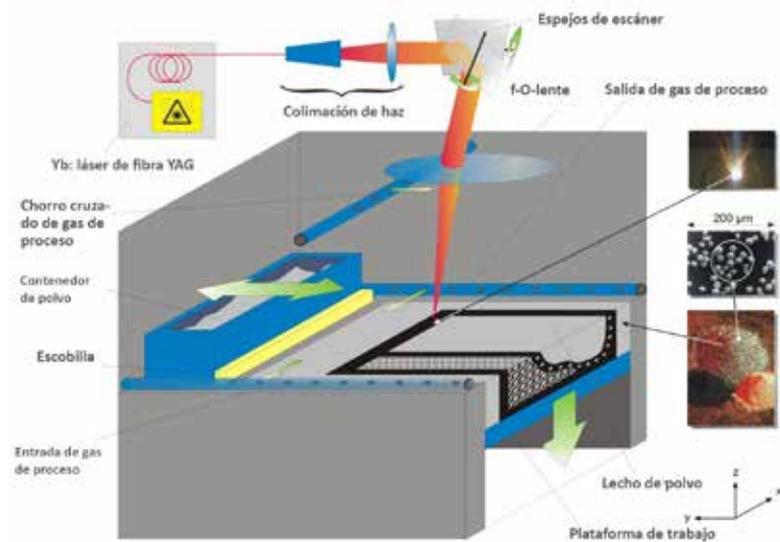
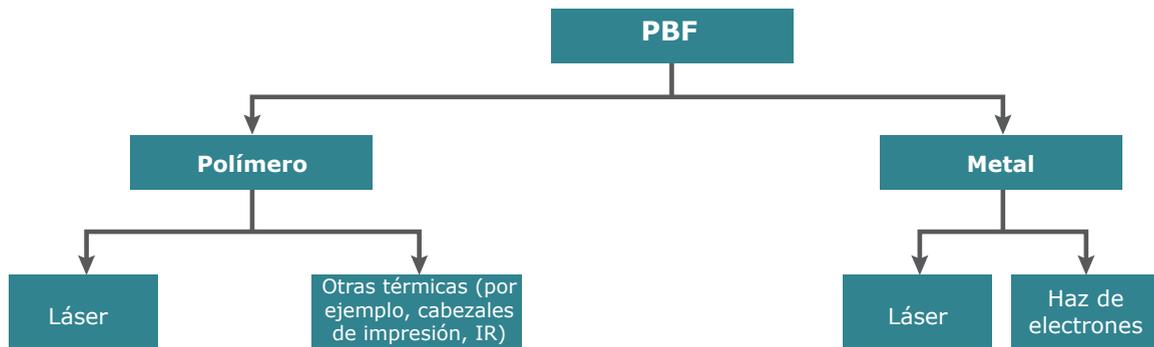
- Aceros
- Aleaciones a base de Ni
- Titanio
- Aluminio



Foto: RamLab

Fusión de Lecho de Polvo. Powder bed fusion (PBF)

“Proceso de fabricación aditiva en el que la energía térmica fusiona selectivamente regiones de un lecho de polvo”, según ISO / ASTM 52900-18.



Ventajas

- Innovación en diseños y funcionalidades mejoradas
- Integración de varias piezas en una
- Aligeramiento de peso, menor uso de materia prima, menor desperdicio de material (tecnología verde)
- Individualización y complejidad sin coste adicional
- Alta gama de materiales (materiales soldables)

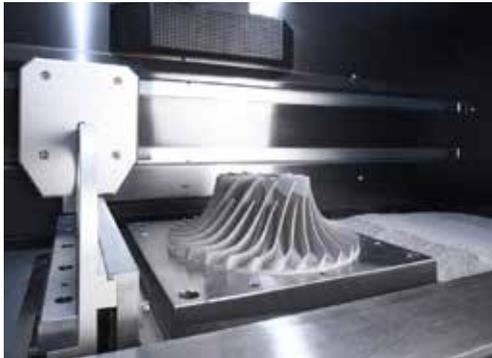


Foto: Monni Pierandrea

Desventajas

- Rugosidad media ($R_a > 10\mu\text{m}$)
- Tamaño de piezas limitado ($< 400 \times 400 \times 500\text{mm}$)
- Coste del equipo
- Tensiones residuales y distorsiones en algunos casos.
- Productividad baja a media: actualmente series de piezas pequeñas (hasta 25000 piezas / año)



Aplicaciones y sectores

- Componentes aero
- Implantes ortopédicos
- Automoción
- Herramientas (moldes y matrices)
- Dental
- Bienes de equipamiento

Materiales

- Aleaciones de aluminio (AlSi7Mg, AlSi10, AlSi9Cu3)
- A base de Ni. Aleaciones (IN718, IN725, IN939, HX)
- Titanio (grado 2, grado 23)
- Cobalto-cromo (F75, CoCr28Mo6)
- Aceros (316L, 17-4PH, 1.2709, H13, Invar36)
- Aleación de Cu (CuSn10)



Foto: ExOne

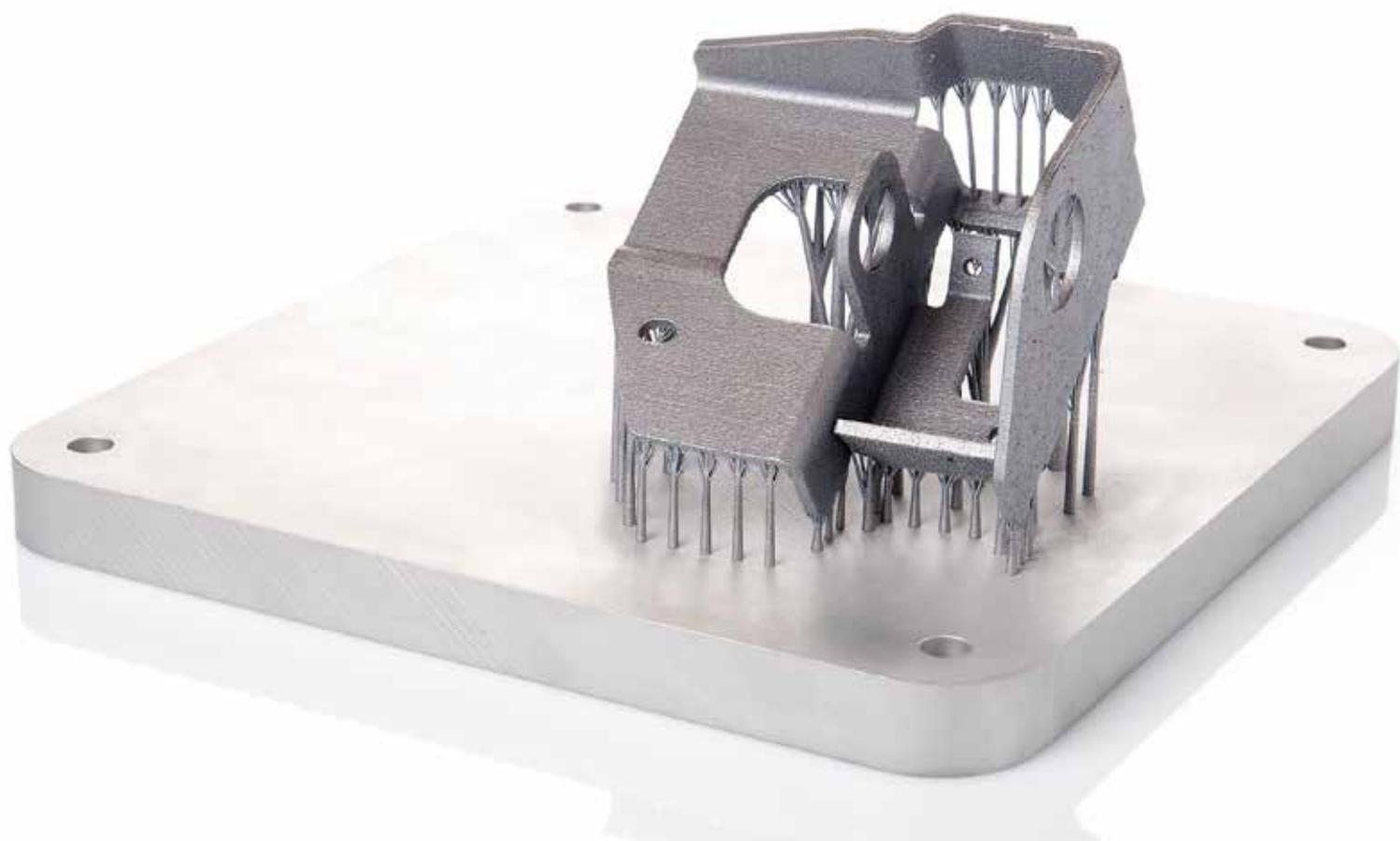
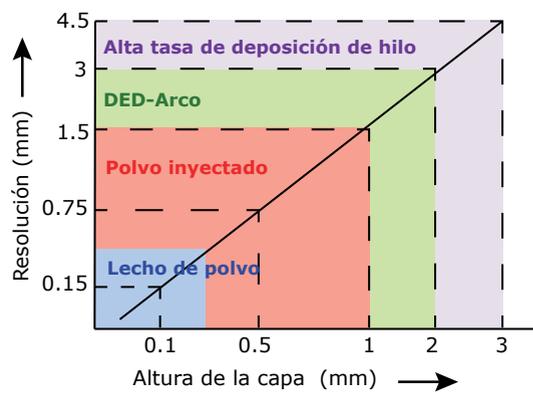
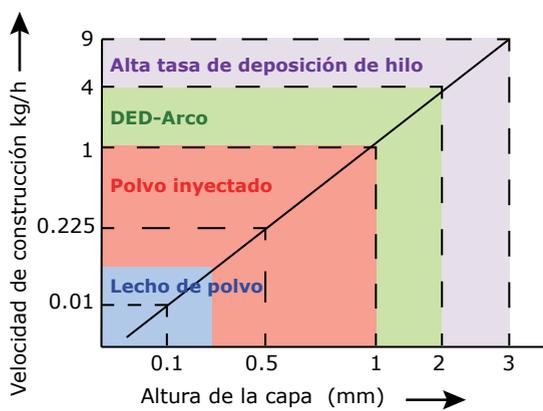
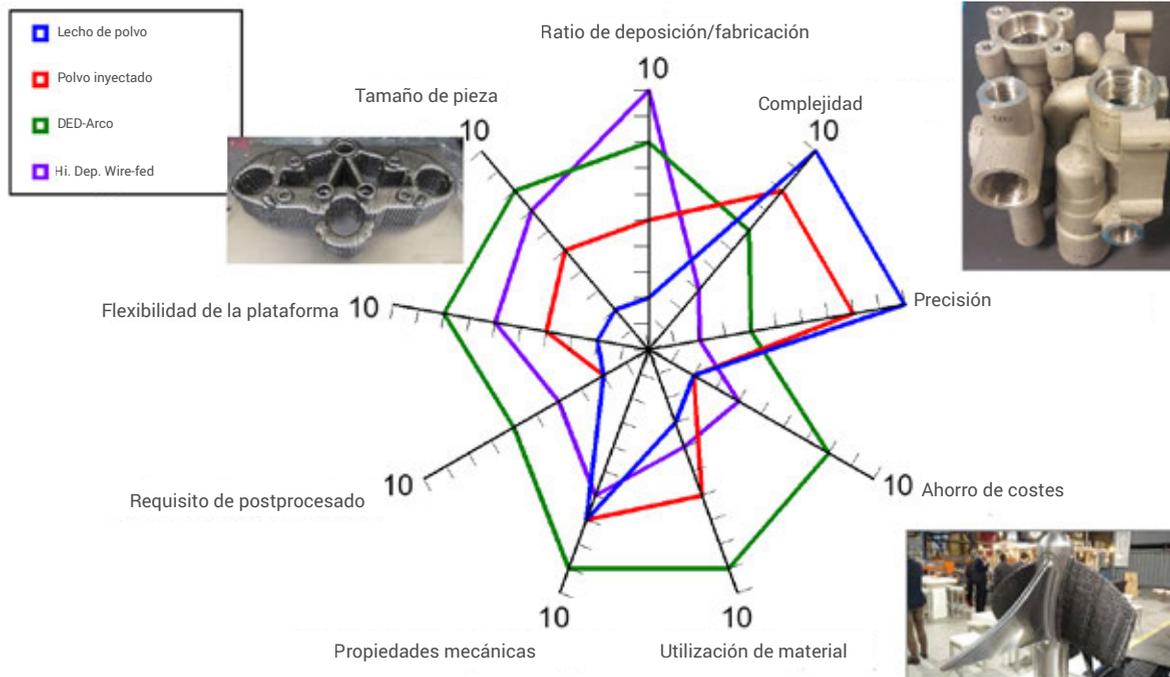


Foto: Materialise

Comparación de tecnologías de Fabricación Aditiva de Metales

Comparación de procesos

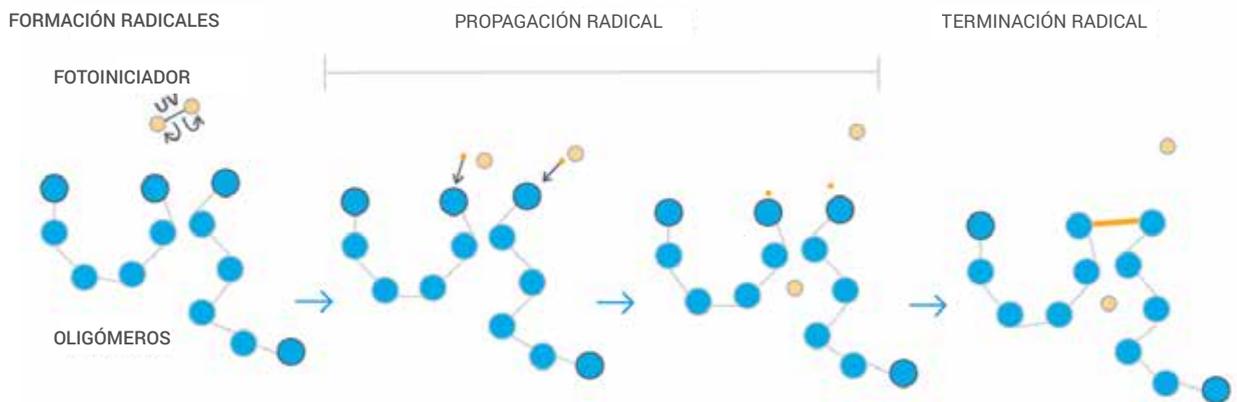


Fotopolimerización en tanque o cuba (VAT photopolymerization)

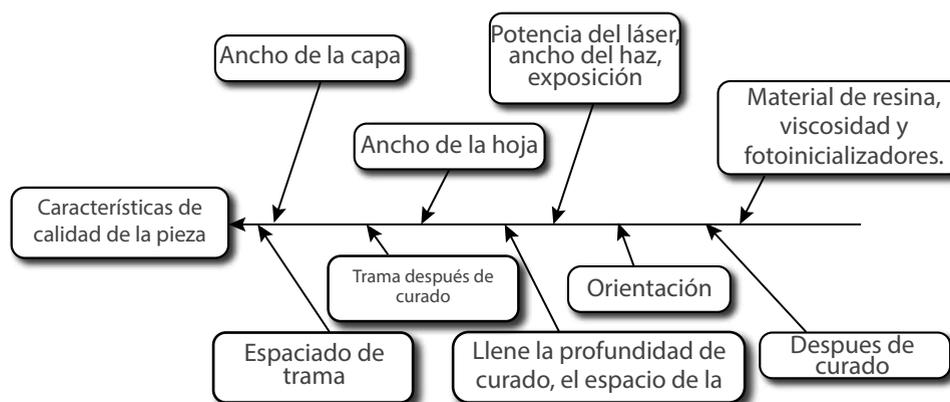
“Proceso de fabricación aditiva en el que un fotopolímero líquido en una cuba se cura selectivamente mediante polimerización activada por luz”, como se establece en ISO / ASTM 52900-18. También conocido como VPP y SLA (esterolitografía).

Proceso

- Las cadenas de monómeros y oligómeros tienen grupos activos en sus extremos.
- Cuando la resina se expone a los rayos UV, la molécula del fotoiniciador se rompe en dos radicales muy reactivos.
- Los radicales reactivos se transfieren a grupos activos que luego reaccionan con otros grupos.



Parámetros



Precisión

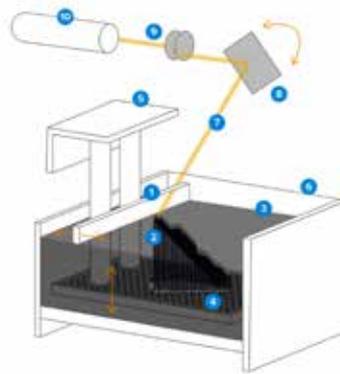
La precisión general de las impresiones VPP (Vat Photopolymerization) es de 50 a 200 micrones según el tamaño, la resina, la geometría del modelo y la generación de soporte.



Tipos de máquinas

De arriba hacia abajo (curado superior):

- Fuente de calor sobre la cuba
- Plataforma se sumerge progresivamente en la cuba
- Grandes aplicaciones industriales
- Volumen de construcción: hasta 1500x750x550mm³



VPP del lado

- 1 Aspirador
- 2 Parte impresa
- 3 Resina
- 4 Plataforma de construcción
- 5 Ascensor
- 6 Tanque de resina
- 7 Haz láser
- 8 Espejo de escaneo X-Y
- 9 Lentes
- 10 Láser UV

De abajo hacia arriba (curado de fondo):

- La fuente de calor se coloca debajo de la cuba
- La plataforma se eleva progresivamente
- El láser UV apunta a dos espejos galvanómetros, que dirigen la luz a la correcta coordenada en una serie de espejos
- La pieza final queda construida al revés
- Volumen de construcción: hasta 1500x750x550mm³



VPP al revés (invertido)

- 1 Parte impresa
- 2 Apoyos
- 3 Resina
- 4 Plataforma de construcción
- 5 Láser UV
- 6 Galvanómetros
- 7 Espejo de escaneo X-Y
- 8 Haz láser
- 9 Tanque de resina

Ejemplos de máquinas

Formlabs



145 x 145 x 175 mm (xyz)

Envisiontec



400 x 400 x 400 mm

3D Systems



1500 x 750 x 550 mm

Materialise



2100 x 700 x 800 mm

Comparación de costes de máquinas

La precisión general de las impresiones VPP es de 50 a 200 micras según el tamaño, la resina, la geometría del modelo y la generación de soporte.

	SLA de sobremesa: (Abajo hacia arriba)	SLA industrial: (Arriba hacia abajo)
Precio	Desde \$ 3500	\$ 80,000- \$ 1,000,000 +
Volumen de impresión	Hasta 145 x 145 x 175 mm	Hasta 1500 x 750 x 550 mm
Pros	<ul style="list-style-type: none"> • Asequible • Fácil de usar • Bajo mantenimiento • Pequeño impacto ambiental • Cambio de material sencillo 	<ul style="list-style-type: none"> • Gran volumen de construcción • Alta tasa de producción • Amplias opciones de materiales
Contras	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen de construcción medio 	<ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria cara • Alto mantenimiento • Operador requerido

Ventajas

- Libertad de diseño;
- Modelos geométricos con gran calidad superficial;
- Proceso rápido;
- Equipo de coste reducido;
- Posibilidad de que las propiedades de la pieza sean isotropas.

Aplicaciones y sectores

- Creación rápida de prototipos;
- Dental;
- Cuidado de la salud;
- Impulsores y dispositivos giratorios;
- Componentes y envases cerrados;
- Fundición a la cera perdida o microfusión.

Operaciones de procesamiento (-Curado superior, Industrial):

1. La plataforma de construcción se coloca primero en el tanque de fotopolímero líquido, a una distancia de una capa de altura de la superficie del líquido.
2. Luego, un láser UV creó la siguiente capa curando y solidificando selectivamente la resina de fotopolímero
3. Se escanea toda el área de la sección transversal del modelo, por lo que la pieza producida es completamente sólida
4. Cuando se termina una capa, la plataforma se mueve a una distancia segura y la cuchilla de la barredora vuelve a revestir la superficie. Luego, el proceso se repite hasta que se completa la pieza.
5. Después de la impresión, la pieza está en un estado verde, sin curar por completo y requiere un procesamiento posterior adicional bajo luz ultravioleta si se requieren propiedades mecánicas y térmicas muy altas.

Desventajas

- Baja gama de materiales disponibles (resinas curables por UV);
- Se requieren estructuras de soporte;
- Degradación del material con exposición continua a la luz;
- Bajas temperaturas de trabajo para los componentes;
- Algunas resinas son tóxicas.

Materiais

- La resina, generalmente compuesta de monómeros epoxi o acrílicos y metacrílicos, se polimerizará y endurecerá cuando se exponga a la luz.

Forma de materia prima

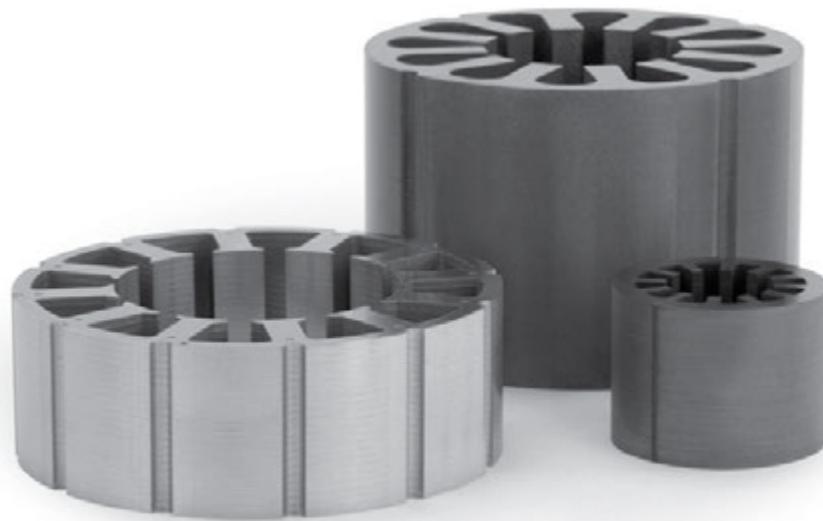
- Líquida ou pasta (resina fotorreactiva com ou sem material de enchimento)

Laminado de hojas. Sheet lamination

“Proceso de fabricación aditiva en el que se unen láminas de material para formar un objeto”, según ISO/ASTM 52900-18

Materiales procesables:

- Polímeros
- Metales
- Materiales compuestos (Plásticos reforzados)
- Cerámicas
- Papel



Polímeros

- Adhesión entre capas lograda mediante calor / pegamento
- Corte realizado por láser / cuchilla
- Se pueden crear piezas de colores
- Normalmente para aplicaciones de creación de prototipos

Metal-Consolidación por ultrasonidos

- Soldadura de estado sólido entre 'láminas'
- Capacidad de múltiples materiales
- Posibilidad de insertar piezas (baja temperatura)

Ventajas

- Alta velocidad
- No existencia de tensiones residuales
- Amplia gama de materiales

Desventajas

- Se requiere postprocesado para lograr el efecto requerido
- Los acabados pueden variar según el papel o el material plástico, pero pueden requerir un procesado posterior para lograr el efecto deseado.

Aplicaciones y sectores

- Modelos de arquitectura
- Visualización de topografía
- Industrias aeroespacial y automoción

Forma de materia prima

- Material en láminas, papel, láminas metálicas, polímeros o compuestos (polvo metálico o cerámico, sujeto por un aglutinante)

Operaciones de procesado (polímeros):

1.

El material se coloca en su lugar en la cama de corte

2.

El material se pega en su lugar, sobre la capa anterior, usando el adhesivo

3.

Luego se corta la forma requerida de la capa, con láser o cuchillo, y se agrega la siguiente capa

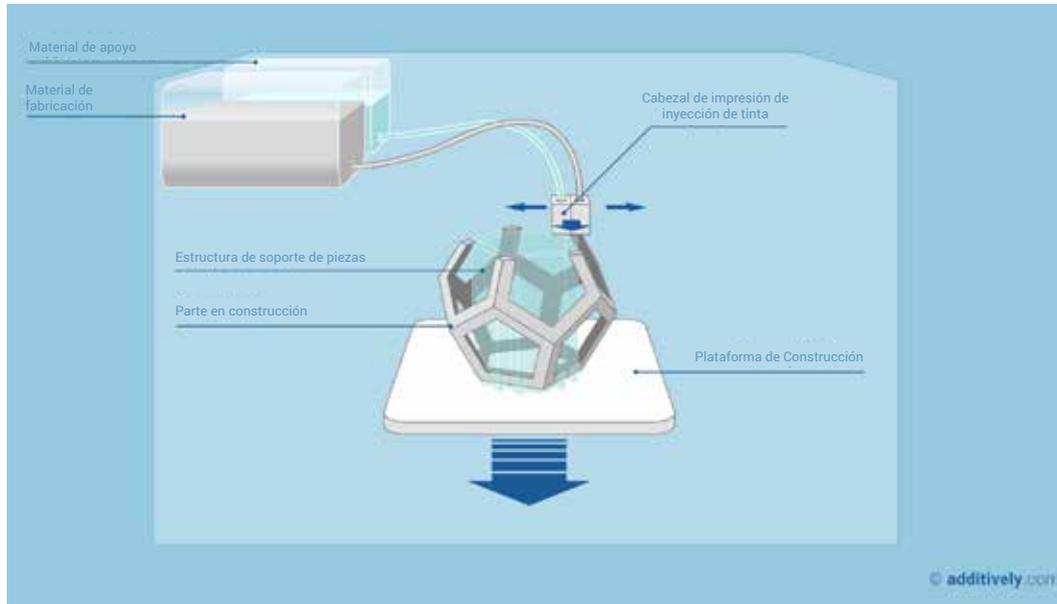
4.

Los pasos dos y tres se pueden invertir y, alternativamente, el material se puede cortar antes de colocarlo y pegarlo



Proyección de material. Material Jetting

“Proceso de fabricación aditiva en el que se depositan selectivamente gotas de materia prima”, según ISO/ASTM 52900-18



Ventajas

- Proceso rápido
- Piezas pequeñas y medianas
- Buena precisión (típicamente $\pm 0,1\%$)
- Permite mezcla de colores y propiedades
- Materiales duros y blandos
- No se requiere procesamiento posterior
- Equipo de coste reducido

Desventajas

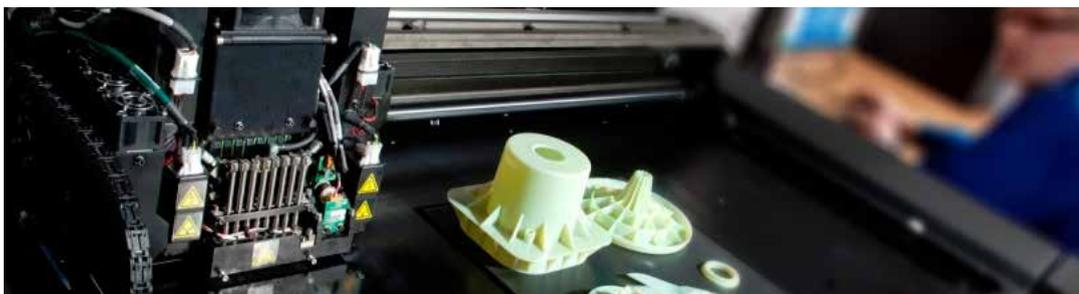
- Resistencia limitada

Aplicaciones y sectores

- Creación rápida de prototipos
- Dental
- Cuidado de la salud
- Prótesis

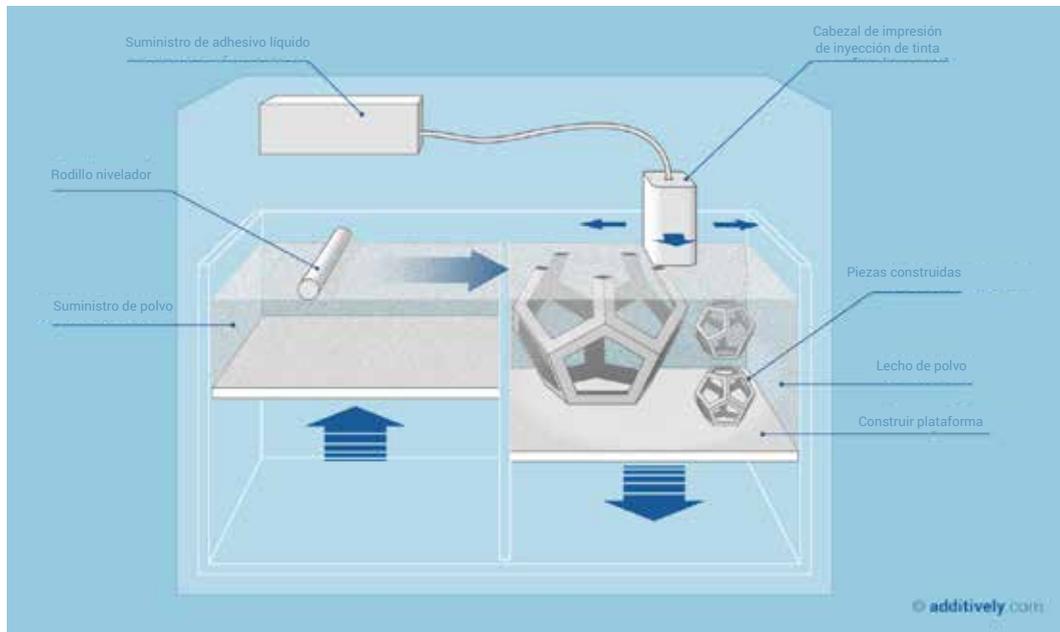
Materiales

- Resinas fotosensibles a los rayos UV
- Fotopolímeros acrílicos (termoendurecibles)



Proyección de aglutinante. Binder Jetting

“Proceso de fabricación aditiva en el que se deposita selectivamente un aglutinante líquido para unir materiales en polvo”, según ISO/ASTM 52900-18



Ventajas

- x50-100 más rápido que PBF
- x20 menor coste que PBF
- No se requieren soportes
- Adecuado para piezas de gran complejidad y grandes series
- Buena resolución

Desventajas

- Tamaño limitado (<400x300x200 mm)
- Varios procesos hasta obtener la pieza final (impresión, eliminación aglutinante, sinterizado)
- Manipulación compleja de piezas en verde
- Control de contracción durante la sinterización
- Espesor de pared limitado (5-10 mm)

Aplicaciones y sectores

- Ingeniería de precisión
- Automoción
- Creación de prototipos
- Médico

Materiales

- Aceros
- Aleaciones a base de Ni
- Aleaciones de CoCr
- W y carburos de tungsteno

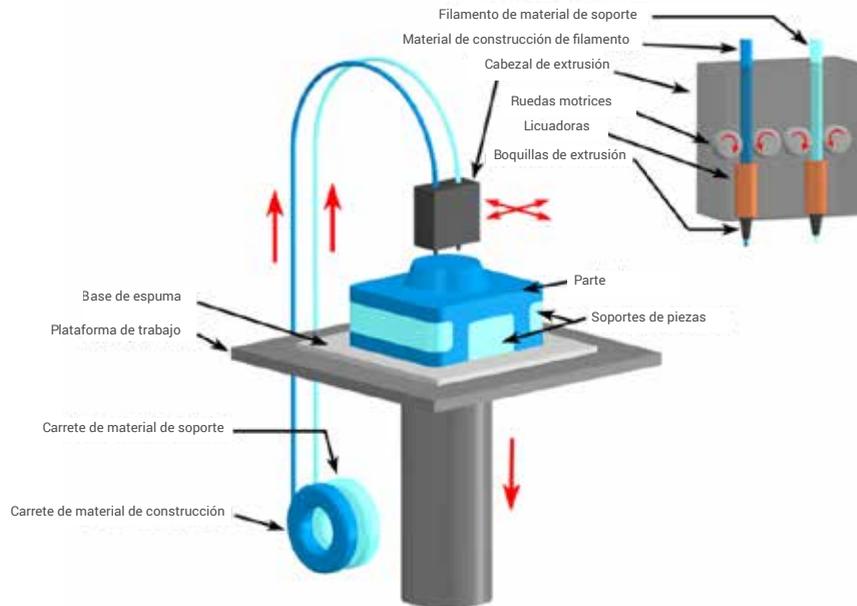




Foto: Michal Kamaryt / CTK / Alamy

Extrusión de material. Material extrusion

“Proceso de fabricación aditiva en el que el material se dispensa selectivamente a través de una boquilla u orificio”, según ISO / ASTM 52900-18. También conocido como FDM o FFF.



Ventajas

- Amplia selección de material de impresión (plásticos o polímeros)
- Proceso fácil y sin grandes complejidades
- Bajos costes iniciales y de funcionamiento
- Tamaño de equipo pequeño en comparación con otras tecnologías de FA
- Menores costes de producción (en metales)
- Adecuado para piezas pequeñas y muy complejas (50 mm)
- Adecuado para piezas de series pequeñas

Aplicaciones y sectores

- Creación rápida de prototipos
- Automoción
- Cuidado de la salud

Desventajas

- Materiales de impresión tóxicos (algunos termoplásticos)
- Contracción durante la etapa de sinterización posterior. (en metales)
- Espesor de pared limitado (en metales: 5-10 mm)

Materiales

- Termoplásticos (PLA, ABS, PC)
- Materiales compuestos (Plásticos reforzados)
- Metales (acero, Cu, Inco625)

02 Cadena de valor en FA

La Cadena de Valor se define como el conjunto de actividades desde la investigación hasta el mercado, a lo largo de un proceso para generar y agregar valor. En la fabricación aditiva, se genera un valor significativo en la etapa de diseño, cuando se definen las geometrías y se selecciona el proceso de fabricación.



Valor añadido generado mediante Fabricación Aditiva (FA)

Valor añadido: conjunto de características adicionales de productos o servicios que los hacen más atractivos para el cliente frente a la competencia

- Personalización
- Producción in situ y bajo demanda (sin existencias)
- Tiempo mínimo de comercialización
- Sostenibilidad y eficiencia energética
- Diseño diferencial
- Mejora de diseño:
 - Integración de funcionalidades o múltiples componentes en una pieza
 - Aligeramiento de peso
- Mejora de costes:
 - Lotes pequeños
 - Materiales de alto coste o valor

¿Cuál es el mejor proceso de FA para mi producto?

	TECNOLOGÍA	MATERIALES	MERCADOS TÍPICOS	RELEVANCIA PARA EL METAL
Fusión	Fusión de lecho de polvo – la energía térmica fusiona de forma selectiva regiones de un lecho de polvo	Metales, polímeros	Prototipos, pieza funcional	●
	Deposición directa de energía – la energía térmica focalizada se utiliza para fundir materiales mientras se está depositando el material	Metales	Pieza directa, reparación	◐
	Laminación de hojas – Láminas de material se unen para formar un objeto	Metales, papel	Prototipos, pieza directa	◑
Sinterización	Pulverizado de ligante – el agente aglutinante líquido se deposita selectivamente para unir el material en polvo	Metales, polímeros, arena de fundición	Prototipado, pieza directa, moldes de fundición	◑
	Pulverizado de material – las gotas de material de construcción se depositan selectivamente	Polímeros, Ceras	Prototipos, molde de fundición	○
	Extrusión de material – el material se dispensa de forma selectiva a través de una boquilla u orificio	Polímeros	Creación de prototipos	○
	Fotopolimerización – un fotopolímero líquido se cura selectivamente mediante polimerización activada por luz	Fotopolímeros	Creación de prototipos	○

AM technologieën voor metalen objecten.

Source: ASTM international Committee F42 on Additive Manufacturing Technologies; Roland Berger

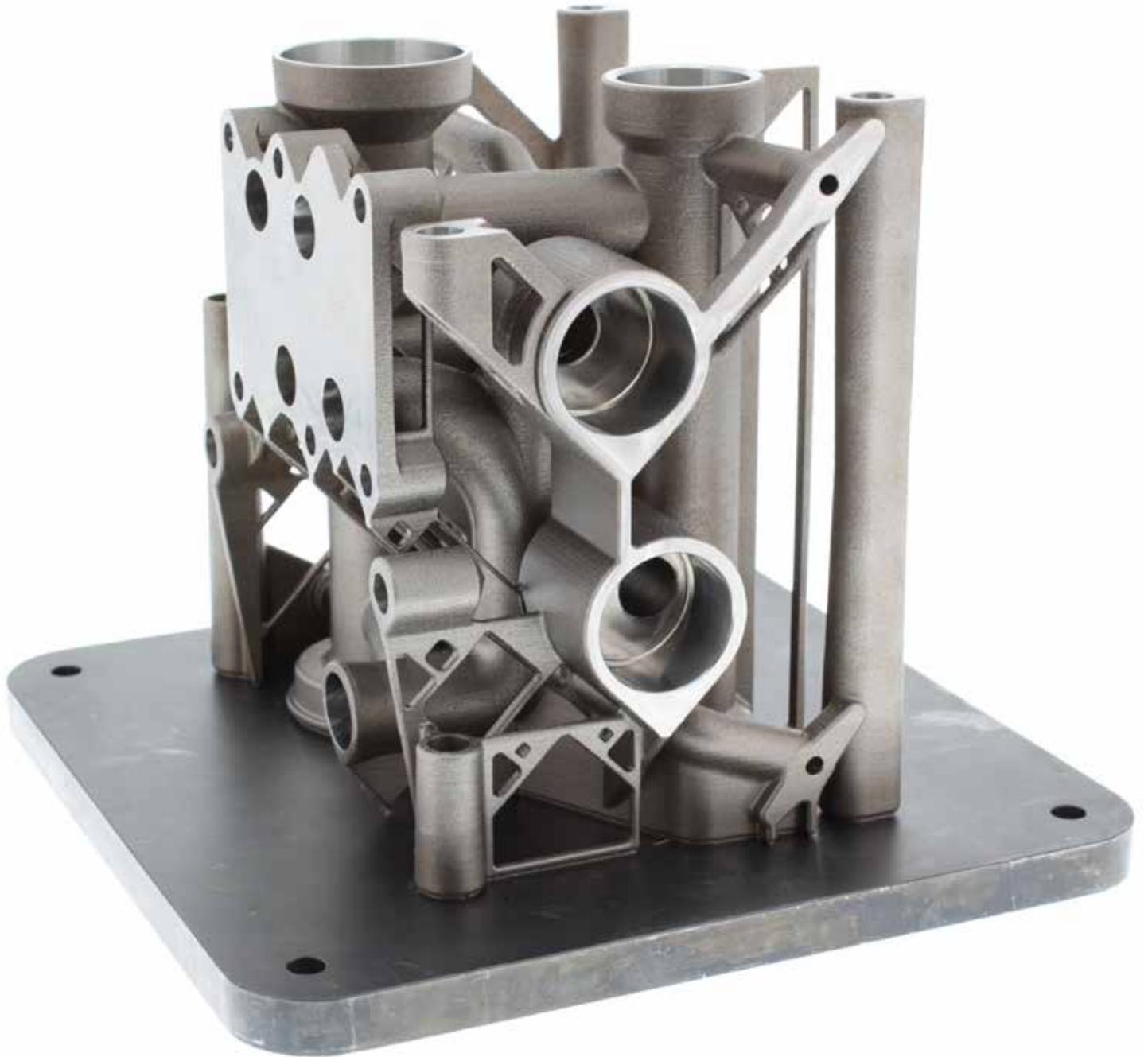
Established and challenger technologies for metal AM

Several new metal AM technologies are emerging alongside powder bed fusion or direct energy deposition – Simplified overview (schematic)

	POWDER BED FUSION		DIRECT ENERGY DEPOSITION	WIRE BY LASER / PLASMA / EB	MATERIAL JETTING	MATERIAL EXTRUSION	BINDER JETTING
	BY LASER	BY ELECTRON BEAM	POWDER BY LASER				
BUILD PRINCIPLE	Thermal energy by laser fuses regions of a powder bed	Thermal energy by electron beam fuses regions of a powder bed	Fusion of powdered material by melting during deposition	Fusion of wire fed material by melting during deposition	Deposition of droplets of molten metal	Dispensing of material through nozzle to form a green part	Joining powder with binding agent to form a green part
MANUFACTURING READINESS FOR AM	Manufacturing readiness reached for selected industries	Manufacturing readiness reached for selected industries	So far mainly used for coating, AM only in niche applications	So far mainly used for coating, AM only in niche applications	Production capabilities shown	Production capabilities shown for prototyping	Manufacturing readiness reached for niche applications
KEY MATERIALS	Al, Ti, Ni-alloys, CoCr, steel	Ti, Ni-alloys, CoCr	Ti, Ni-alloys, steel, Co, Al	Ti, Ni, steel, Co, Al, W, Zr-alloy, CuNi	Al, steel	Cu, Inco, steel, (others incl. Ti in development)	WC, W, CoCr, steel/bronze, steel, Inco, non-metal molds
MECHANICAL PROPERTIES	High strength, high stiffness	High strength, high stiffness	High strength, high stiffness	High strength, high stiffness	High strength, high stiffness	High strength, high stiffness	High strength, high stiffness
POST-PROCESSING REQUIRED	HT ¹⁾ /HIP ²⁾ , machining, surface treatment	Machining, surface treatment	HT ¹⁾ , machining, surface treatment	HT ¹⁾ , machining, surface treatment	HT ¹⁾ (HIP ²⁾ , machining, surface treatment	HT ¹⁾ (HIP ²⁾ , machining, surface treatment	HT ¹⁾ (HIP ²⁾ , machining, surface treatment
BUILD COSTS	High	High	High	High	Low	Low	Low
CORE APPLICATION INDUSTRIES	Aerospace, turbines, med-tech, dental, automotive	Aerospace, turbines, med-tech	Aerospace, general MRO-related business	Aerospace, general MRO-related business	Precision engineering, automotive, prototyping	Precision engineering, automotive, prototyping	Precision engineering, automotive, prototyping, med-tech, arts and design
EQUIPMENT SUPPLIERS (SELECTION)	Concept Laser, Trumpf, EOS, Renishaw, DMG MORI, SLM Solutions, Additive Industries	Arcam	DMG MORI, Mazak, BeAM, PM Innovations, Trumpf, Optomec	Sciaky, OR Laser, Trumpf, Norsk Titanium	Vader Systems, XJet	Desktop Metal, Markforged, BASF	ExOne, Digital Metal, Desktop Metal

¹⁾ Heat treatment ²⁾ Hot isostatic pressing
Source: Company information; expert interviews; Roland Berger





AMable

Sobre

AMable está formado por un grupo de personas de diferentes organizaciones que tienen como objetivo crear un nuevo ecosistema para la adopción de las tecnologías de fabricación aditiva. Esas personas proporcionan una amplia base gracias a su experiencia en tecnología, negocios y capacitación. La Comisión Europea apoya este consorcio en el marco de I4MS con financiación del programa marco H2020 y como una plataforma abierta para empresas europeas.

El grupo objetivo principal son las pequeñas y medianas empresas (PYMES) que necesitan apoyo en la adopción de las tecnologías de fabricación aditiva. El ecosistema AMable desarrolla una amplia oferta desde un apoyo científico ofreciendo el desarrollo de habilidades y educación hasta la ejecución de servicios comerciales. AMable no tiene como objetivo principal hacer el trabajo para las personas sino empoderar a dichas personas en estas empresas para mejorar sus habilidades.



Contacto

projectoffice@amable.eu

www.amable.eu

Coordinación

Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT c/o

Ulrich Thombansen

+49/241/8906-320

ulrich.thombansen@ilt.fraunhofer.de

Contacto

Contacto
projectoffice@amable.eu
www.amable.eu

Coordinación
Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT c/o
Ulrich Thombansen
+49/241/8906-320
ulrich.thombansen@ilt.fraunhofer.de

© AMable Project Consortium 2020, v1.0
Editores Ana Cardoso (EWF), Pedro Alvarez (LORTEK)



Este proyecto está cofinanciado por el programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea según el acuerdo de subvención 768775

www.amable.eu

