

Una mirada a la manufactura aditiva de materiales metálicos (Impresión 3D)

Esta tecnología alcanza su mayor impacto en la fabricación de componentes en baja escala de producción, elevada complejidad geométrica y materiales de alto costo.

Manufactura aditiva

La *Manufactura Aditiva* (MA) consiste en depositar material sucesivamente, de acuerdo con una trayectoria preestablecida, hasta alcanzar la forma deseada del componente final. En contraposición, en la *manufactura sustractiva*, para lograr el componente deseado se parte de un volumen de material inicial, al cual se le va removiendo parte del mismo. El concepto de MA ha sido empleado para fabricar piezas desde la antigüedad; sin embargo, en el último tiempo la *fabricación digital* optimizó la MA haciéndole tomar fuerte relevancia y versatilidad. Hoy en día es probablemente una de las tecnologías de producción con mayor impacto y proyección. En la MA actual, todo el proceso digital desde el diseño, la ingeniería y hasta la fabricación se realiza mediante diversos softwares (CAD, CAE y CAM, respectivamente), controlando también el depósito de material, capa sobre capa, constituyendo lo que se conoce como *Impresión 3D*. Esto permite construir en corto tiempo componentes con geometrías complejas, abriendo las puertas a diseños que no podrían llevarse a cabo con otros métodos. También posibilita realizar ajustes al diseño original en forma rápida y económica, sin mayores costos de herramental como lo exigen otros procesos¹.

MA de materiales metálicos

Inicialmente esta tecnología se aplicó a



Autor **Hernán Svoboda**

Ingeniero Mecánico y Doctor en Ingeniería (UBA)
Investigador Independiente (CONICET)
Director Departamento de Ingeniería Mecánica (FI-UBA)
Vicedirector INTECIN
Director Grupo de Tecnología de la Soldadura y Comportamiento Mecánico de Materiales Metálicos (INTECIN)
Especialista en Tecnología de la Soldadura

polímeros, siendo en la actualidad una tecnología madura² para este tipo de materiales. Sin embargo, en el último tiempo la tecnología ha evolucionado, permitiendo la aplicación de la MA a otros materiales, como

las aleaciones metálicas, cerámicos y materiales compuestos. Para el caso de *materiales metálicos*, diversos procesos emplean una fuente de calor para fundir el material de aporte y depositarlo en capas, en forma controlada. Las fuentes habitualmente empleadas son láser, haz de electrones o arco eléctrico; mientras que la forma de alimentación de los materiales suele ser en polvo o como alambre. Las diferentes combinaciones de forma del material de aporte y fuente de calor dan lugar a los distintos procesos existentes de MA para aleaciones metálicas. Uno de los más extendidos en la actualidad es la *Fusión Selectiva por Láser* (SLM), en el cual se parte de una cama de polvo que es fundida en forma controlada por un láser, construyendo también

el componente capa por capa. Este proceso forma parte de la familia de *Fusión de Cama de Polvo* (en inglés: PBF), así como aquel que utiliza un haz de electrones para la fusión del polvo, quedando limitadas las aplicaciones a componentes de hasta 300

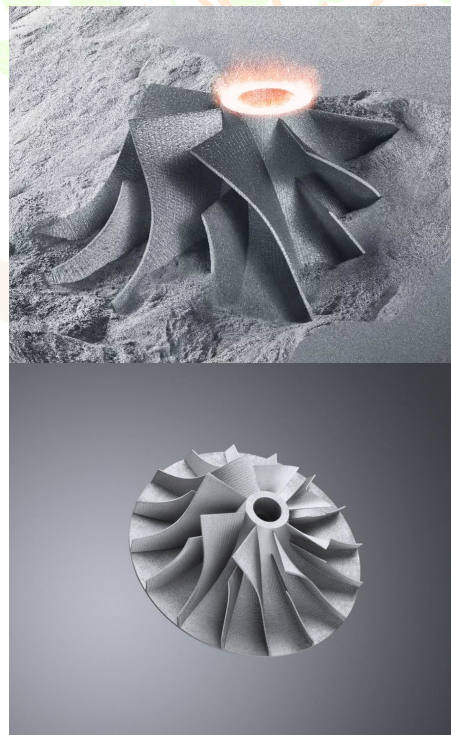


Fig. 1 - ARRIBA: Proceso de fabricación de una pieza mediante SLM.
ABAJO: La pieza terminada.
(Cortesía TRUMPF Inc.³)

mm x 300 mm x 300 mm, aproximadamente. Asimismo, permite obtener excelentes acabados superficiales y partes de elevada complejidad geométrica, como el elemento de la Fig. 1. Otra familia de procesos de MA es aquella que se denomina *Deposición por Energía Directa* (DED), entre los cuales se encuentra el proceso *Deposición Metálica por Láser* (LMD). En este caso, un láser funde un polvo o alambre y parte del sustrato, depositando capa por capa hasta obtener el componente final. Mediante esta familia de procesos se



Fig. 2 – Primer puente de metal construido por impresión 3D del mundo. Fue fabricado en acero inoxidable, por medio del proceso WAAM. (Ámsterdam – Países Bajos) (Crédito: Adriaan de Groot / 3DMX Inc. 4)

pueden obtener componentes de mayor porte, así como variar la composición de la aleación a lo largo del componente. La calidad superficial y la complejidad de las piezas a imprimir en este proceso son algo menores que para los procesos PBF. Finalmente, el grupo de procesos que utiliza un arco eléctrico como fuente de calor para la fusión del material de aporte, en general alimentado en forma de alambre o polvo, se denomina *Wire Arc Additive Manufacturing* (WAAM). En este caso se pueden obtener componentes de grandes dimensiones, con una calidad superficial y complejidad geométrica similar al LMD. Sin embargo, esta tecnología presenta menores costos de equipamiento y mayor facilidad de adopción, ya que se asocia a la integración de una fuente de soldadura con un manipulador robótico (Fig. 2). En todos los casos, la integridad mecánica de las partes impresas dependerá fuertemente del nivel de defectos. A su vez, aspectos como degradación microestructural, tensiones residuales, distorsiones y otros, deberán tenerse en cuenta en función de los requerimientos de la aplicación a la que esté destinado el componente impreso.

Esto recién empieza (pero no tanto...)

Este vertiginoso mundo de la MA, que forma parte de la revolución digital que nos rodea, si bien data de unas pocas décadas, cuenta ya con tecnologías maduras, algunas implantadas a nivel industrial y otras en proceso de consolidación, con numerosas

variantes en desarrollo. En todos los casos, estos procesos requieren la integración de tres aspectos: la deposición de material a través de un cabezal, el desplazamiento del mismo en forma controlada para generar la geometría deseada, implementado a través de un manipulador, y el software en el que se definen las numerosas variables y se genera el código para el movimiento controlado, necesario para la fabricación en cada capa. En todas las etapas existen numerosos desafíos actuales y se centran muchas de las acciones de desarrollo, quedando por delante un amplio campo de trabajo para la optimización e innovación en estos procesos.

Seguramente, en los próximos años será cada vez más habitual encontrarnos cotidianamente, con componentes fabricados mediante esta tecnología.

REFERENCIAS

- 1 Como la inyección, el conformado, el colado y otros procesos.
- 2 Que ya ha sido probada y mejorada, empleándose en forma comercial.
- 3 Publicada en www.thefabricator.com/
- 4 Noticia publicada por www.supertrends.com en febrero/2021.

SIGLAS EMPLEADAS

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
 FI: Facultad de Ingeniería
 INTECIN: Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long", dependiente de UBA y CONICET, con sede en la Facultad de Ingeniería
 UBA: Universidad de Buenos Aires