

## **OPTIMIZATION METHODOLOGY FOR ADDITIVE MANUFACTURING - PROOF OF CONCEPT**

*EXTRACTO DE LOS RESULTADOS PARA DIVULGACIÓN. 8 de julio de 2016.*

La candidatura del Grupo de Investigación Avanzada en Fabricación Aditiva (ARAMO) planteó una prueba de concepto consistente en la aplicación de la metodología de optimización para fabricación aditiva (OMAM) a la mejora de la calidad, dimensional y geométrica, de una pieza metálica, de alto valor añadido y producida en serie.

La metodología OMAM se articula en torno a dos fases principales. En la primera fase se determina cuál es la combinación de factores que influyen sobre la calidad de la pieza, que proporciona los mejores resultados. Simultáneamente, se caracteriza el modo en que dicha calidad depende de los factores más significativos. En la segunda fase se elabora un modelo matemático predictivo, que anticipa cuál será la desviación (el error) de fabricación para una característica concreta (como un diámetro o un paralelismo).

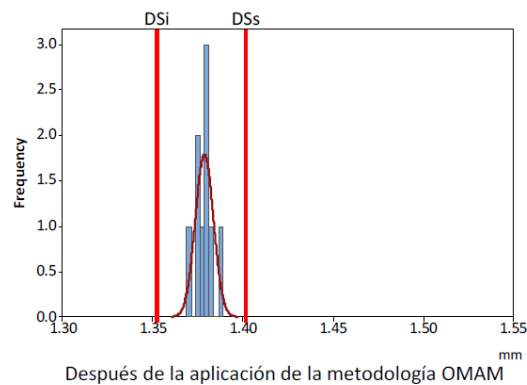
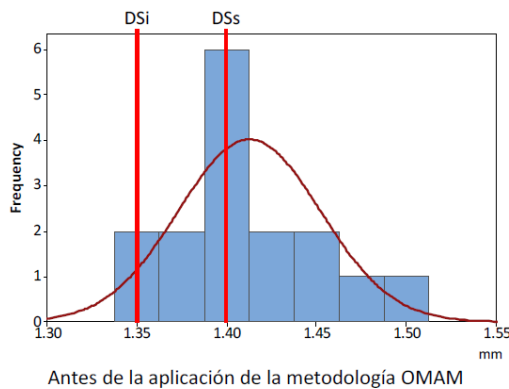
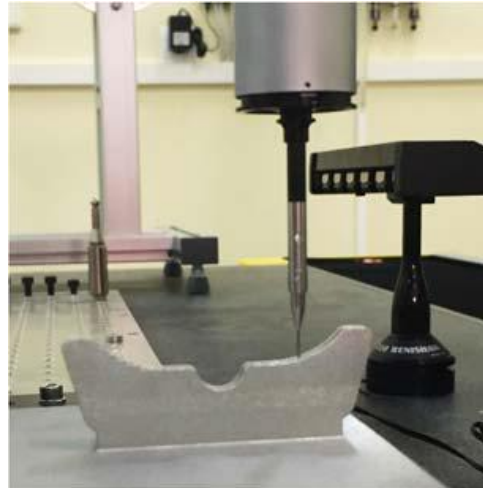
El resultado obtenido se emplea posteriormente en la elaboración de un modelo inverso, que nos dice cómo debería ser el diseño CAD para que, una vez fabricada la pieza, la desviación respecto del objetivo teórico sea mínima.



La pieza de test elegida para la prueba de concepto ha sido un inserto metálico para guía de corte tibial, facilitado por la empresa TEKNOS. Esta pieza se emplea en operaciones de artroplastia de rodilla, a fin de guiar la herramienta que secciona la cabeza de la tibia, y permite la posterior colocación del implante. Su principal característica es una ranura muy estrecha (1,35 mm) y profunda (20 mm) que está afectada por tolerancias dimensionales y geométricas, y cuya función es que la herramienta realice un corte limpio y bien posicionado, con la mínima resistencia. Este tipo de pieza se fabrica en la actualidad mediante mecanizado, seguido de corte por hilo o electroerosión. El uso alternativo de un proceso de fabricación aditiva, como sería el sinterizado láser de metales (mLS) se ve dificultado por las estrechas tolerancias exigidas a la pieza. La aplicación de la metodología OMAM a este ejemplo pretende demostrar que esta dificultad puede ser superada.

Durante el estudio preliminar de la calidad de la fabricación de esta pieza mediante un proceso mLS, se comprobó que sólo el 32,3% de las piezas cumplían conjuntamente las tolerancias dimensionales establecidas, mientras que sólo el 12,7% cumplían las tolerancias geométricas de forma conjunta. A lo largo del estudio, se comprobó que estos malos resultados se debían a la distorsión sufrida por las piezas durante su separación de la bandeja, y tenían un doble origen (térmico y mecánico).

La aplicación de la metodología OMAM logró, durante la fase de racionalización del espacio de operatividad, mejorar drásticamente el cumplimiento de las tolerancias geométricas y, además, reducir la dispersión de los valores asociados a las tolerancias dimensionales. En la fase de optimización del CAD, se logró asegurar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales, al mismo tiempo que se reducía aún más la dispersión de las medidas. Tras la aplicación de la metodología, el cumplimiento de las tolerancias dimensionales pasó a ser del 100% de las piezas fabricadas, mientras que el cumplimiento de las tolerancias geométricas alcanzó el 84%.



Los resultados de la prueba de concepto demuestran que la aplicación de la metodología OMAM permite reducir, de forma muy significativa, el error de fabricación de las piezas procedentes de procesos aditivos. Su uso puede facilitar la generalización de la fabricación aditiva a nivel industrial, puesto que permite superar la barrera que supone la falta de calidad dimensional y geométrica de las piezas en series medias y largas.

Los ingresos anuales del sector de la fabricación aditiva alcanzaron el año 2015 los 5 billones de dólares, y las proyecciones indican que se superarán los 21 billones en el año 2020. El uso de metodología OMAM puede contribuir a este crecimiento, toda vez que sectores como el de la salud, el aeroespacial o el de la automoción pueden beneficiarse de la

posibilidad de obtener piezas óptimas, desde el punto de vista del diseño, que a la vez posean unos estándares de calidad comparables con los de los procesos de mecanizado tradicionales.

Las limitaciones que afronta la aplicación de esta metodología están relacionadas con su orientación hacia la fabricación de series medias y largas, por ser éstas las que justifican el coste de experimentación para cada combinación de pieza, proceso y equipo. El camino a seguir es el de integrar en un paquete software, el flujo de trabajo definido en la metodología OMAM. Este software debe abarcar desde la categorización y priorización de los indicadores de calidad presentes en el diseño, hasta la elaboración de los modelos predictivos e inversos necesarios para la optimización del CAD, pasando por el proceso de evaluación de los factores de influencia. Otras limitaciones a tener en cuenta estarían referidas al nivel de desarrollo de los procesos de fabricación aditiva. A modo de ejemplo, mencionar la pequeña gama de materiales disponibles para mLS o la productividad de unos equipos con pequeños volúmenes de trabajo y elevados tiempos de fabricación.

El apoyo dado por ArcelorMittal y el IDEPA a la realización de esta prueba de concepto ha supuesto una oportunidad única para trasladar la metodología OMAM desde un entorno de laboratorio a un caso real. Los resultados suponen la constatación de que el éxito logrado en las primeras fases de su desarrollo puede extenderse a aplicaciones reales, con piezas de alto valor añadido. La principal conclusión de la prueba es que la aplicación de la metodología OMAM permite alcanzar una mejora sensible de la calidad de las piezas obtenidas por fabricación aditiva.

---

Investigador responsable de la candidatura: David Blanco Fernández. Grupo de investigación Advanced Research in Additive Manufacturing (ARAMO). Universidad de Oviedo.

Colaboradores: B.J. Álvarez, A. Noriega, N. Beltrán, P. Fernández, A. García, J.C. Rico

Con las Primas Proof of Concept el Gobierno del Principado ha ensayado un nuevo instrumento de financiación público-privada para apoyar modelos de innovación abierta en empresas tractoras de la región, posibilitando que proyectos de investigación básica realizados por la oferta científica pública asturiana en las áreas científicas prioritarias de Asturias RIS3 se apliquen en el entorno industrial.

El IDEPA y la Universidad de Oviedo firmaron en marzo de 2015 un convenio de colaboración al que se adhirió ArcelorMittal. Los investigadores de la Universidad de Oviedo que contaban con logros científicos en nanomateriales, grafeno, fabricación aditiva, sensores o análisis de datos fueron invitados a presentar ideas originales para trasladar los resultados de su trabajo a la industria. El 16 de julio de 2015 el jurado escogió cinco candidaturas. Las Primas están cofinanciadas al 50 % por ArcelorMittal y el IDEPA.

[www.idepa.es/asturiasris3](http://www.idepa.es/asturiasris3)