



GUÍA

# Fabricación Aditiva en Metal. Casos de éxito

---

**SICNOVA®**

Soluciones en tecnologías de fabricación avanzada

# Índice

3

**Tecnologías de fabricación  
aditiva en metal**

5

CASO DE ÉXITO

**Desarrollo de herramientas  
quirúrgicas de metal**

7

CASO DE ÉXITO

**La Marina de Estados Unidos  
instala su primera impresora 3D  
de metal a bordo**

9

CASO DE ÉXITO

**Piezas finales más resistentes  
para gracias a la impresión 3D  
en metal**

11

CASO DE ÉXITO

**Boquilla de hormigón impresa  
en 3D: ampliación del ciclo de  
vida y mejora del rendimiento**

# Tecnologías de impresión 3D en metal

## 1 Fusión selectiva por láser (SLM)

Utiliza un láser de alta potencia para fundir completamente polvos metálicos puros, creando piezas densas y sólidas.

**Ventaja Principal:** Produce piezas con propiedades mecánicas y densidad similares a las obtenidas mediante métodos tradicionales de fabricación.

## 2 Sinterizado Directo de Metal por Láser (DMLS)

Utiliza un láser para sinterizar polvos de aleaciones metálicas, fusionando partículas sin derretirlas completamente.

**Ventaja Principal:** Permite el uso de una amplia gama de aleaciones y la creación de geometrías complejas con alta precisión.

## 3 Deposición de Metal por Energía Directa (DED)

Utiliza un láser, haz de electrones o arco de plasma para fundir el material metálico a medida que se deposita, permitiendo la adición de material sobre piezas existentes.

**Ventaja Principal:** Ideal para la reparación de componentes y la fabricación de piezas grandes y complejas.

## 4 Binder Jetting

Utiliza un aglutinante líquido que se deposita sobre un lecho de polvo metálico, creando capas que posteriormente se sinterizan en un horno para consolidar la pieza.

**Ventaja Principal:** Ofrece alta velocidad de producción y permite la fabricación de piezas grandes sin la necesidad de soportes complejos.

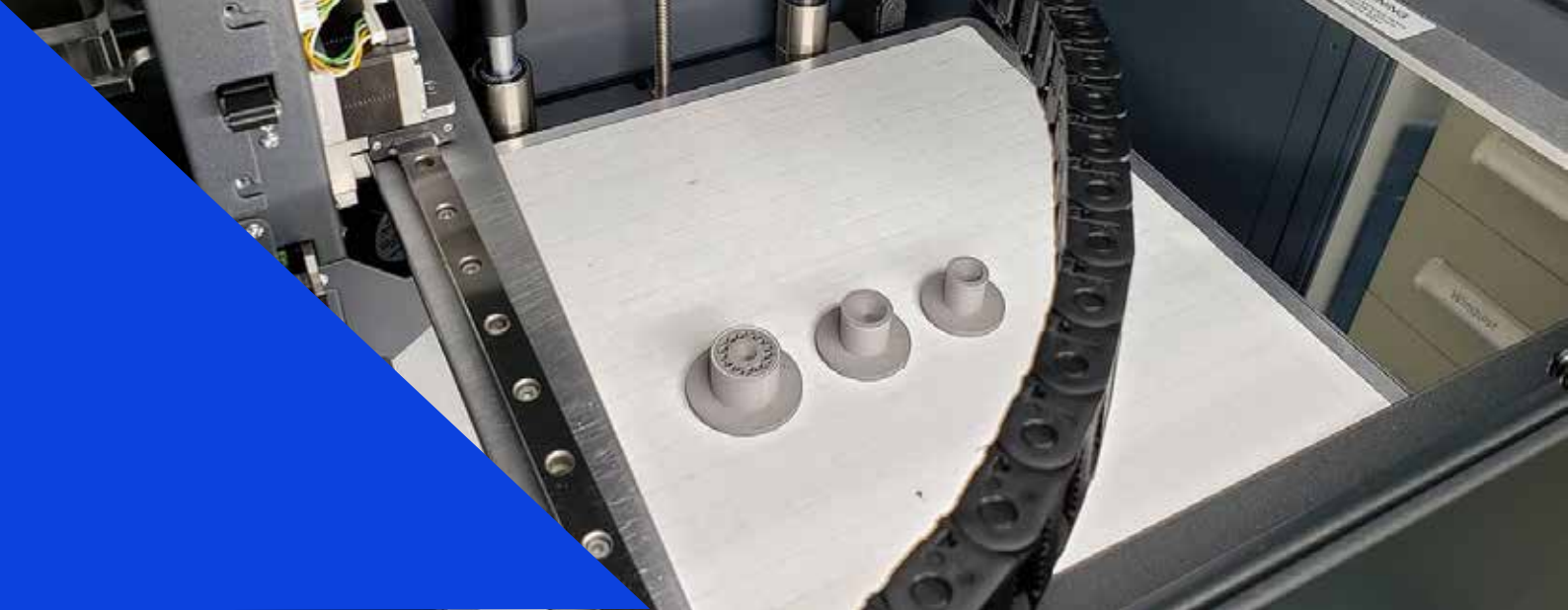
## 5 Metal Extrusion (Metal FFF)

Similar a la impresión FDM, utiliza un filamento compuesto de metal y aglutinantes que se extruye capa por capa, seguido de un proceso de sinterizado para eliminar los aglutinantes y consolidar el metal.

**Ventaja Principal:** Proceso relativamente económico y accesible, adecuado para prototipado rápido y producción de bajo volumen.



# Casos de éxito



# Desarrollo de herramientas quirúrgicas de metal

**Sector** \_\_\_\_\_ Medicina

**Aplicación** \_\_\_\_\_ Prototipado + Utillaje quirúrgico

**Tecnología** \_\_\_\_\_ Markforged Metal X

Markforged y Shukla Medical, han trabajado codo con codo para el desarrollo de aplicaciones de impresión 3D para el sector médico usando la tecnología de Impresión 3D en metal de Markforged.

## Desafío

Shukla Medical, filial del fabricante aeroespacial S.S. White diseña y fabrica herramientas universales de extracción de implantes ortopédicos, como el sistema universal de extracción de implantes Xtract-All® Spine. Cirujanos de todo el mundo utilizan sus productos para extraer eficazmente los implantes antes de sustituirlos por otros nuevos, preservando al mismo tiempo el hueso del paciente. La mayoría de las herramientas de extracción de implantes ortopédicos son complicadas y requieren mucho tiempo, mientras que los instrumentos universales de Shukla Medical son conocidos por su diseño sencillo e intuitivo.



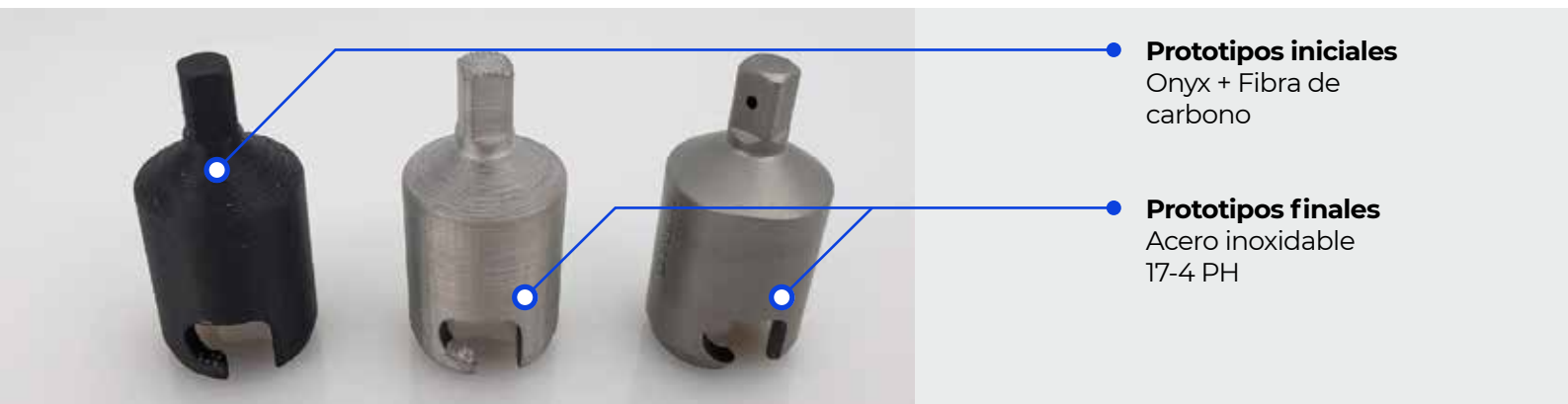
Los productos Shukla están diseñados para cirujanos ortopédicos, con características que ahorran tiempo como conexiones rápidas y múltiples opciones de extracción.

*“En general se sabe que cada minuto en quirófano es muy caro”, afirma Zack Sweitzer, director de desarrollo de productos de Shukla Medical. “Así que cualquier tiempo que puedas ahorrar es extremadamente útil”. Los costes de quirófano pueden oscilar entre 35 y más de 100 dólares, aunque varía en función del hospital y el procedimiento quirúrgico.*

Los cirujanos de implantes ortopédicos deben crear rápidamente prototipos de las herramientas de Shukla y probarlas para antes de fabricar el producto final. Al principio, el equipo creaba prototipos CNC o enviaba los diseños a terceros, pero descubrió que los largos plazos de entrega ralentizaban mucho el proceso.

### La solución

Shukla Medical adquirió una impresora 3D de Markforged capaz de imprimir en fibra de carbono continua en 2017, y empezó a utilizarla para crear prototipos de sus herramientas en lugar de usar su máquina CNC. *“Someteremos a nuestros instrumentos a mucha carga, y la fibra de carbono les da un poco más de fuerza para que no se sienta como si fuera un juguete”*, dice Adam Gosik-Wolfe, ingeniero mecánico de Shukla Medical. Pero Adam y su equipo querían algo más: querían prototipos metálicos para que los cirujanos a los cirujanos imaginar el uso de la herramienta. Subramanya Naglapura, vicepresidente de operaciones de Shukla Medical, también vio el potencial y abogó por la compra de Metal X.



Tras una gran experiencia con su impresora 3D de fibra de carbono Markforged, el equipo tomó la decisión de añadir un sistema Metal X con total apoyo de gestión. Utilizando acero inoxidable 17-4 PH, Shukla Medical fabricó prototipos en el mismo material que muchos de los productos finales. Ahora utilizan su impresora 3D de materiales compuestos para los prototipos iniciales y el sistema Metal X para el prototipo final que llega a manos de los cirujanos para su evaluación. *“El cirujano puede imaginarse su uso en la incisión real y puede decirnos si se siente bien en sus manos”*, dice Sweitzer.

*“Poder crear prototipos y comercializar más rápidamente los productos acabados nos mantendrá a la vanguardia del sector”*. La impresora 3D de fibra de carbono continua también se utiliza para fabricar mandíbulas blandas para cualquiera de las piezas de Metal X.



**Tiempos de entrega**

Mecanizado CNC  
**6,4 días**

**Fabricación aditiva**  
**2,7 días**

**Reducción**  
**-58 %**



# La Marina de Estados Unidos instala su primera impresora 3D de metal a bordo

**Sector** \_\_\_\_\_ Defensa / Naval

**Aplicación** \_\_\_\_\_ Pieza final + Utillaje

**Tecnología** \_\_\_\_\_ Meltio Engine CNC

La multinacional española de tecnología de impresión 3D en metal Meltio y Phillips Corporation han colaborado para instalar el cabezal de deposición de metal láser de Meltio a bordo de un buque de la marina estadounidense primera vez.

## Objetivo

El USS Bataan es un buque de asalto anfibio polivalente capaz de transportar a más de 2.500 marineros e infantes de la Marina de los Estados Unidos y, además, el primero de la flota en contar con un sistema de impresión 3D en metal a bordo. El barco ha incluido un sistema Phillips Additive Hybrid con un cabezal de deposición metálica láser de Meltio en una fresadora de CNC Haas TM – 1 entre sus instalaciones para mantener esta tecnología a bordo permanentemente, una apuesta de vanguardia con la que esperan estar más preparados.

*“La introducción de la fabricación aditiva en las operaciones navales favorece la preparación y la autosuficiencia”,* ha declarado Brendan McLane, Comandante de la Naval Surface Force Atlantic. Meltio ya colabora con Haas en otros proyectos de sistemas híbridos en otras industrias y su sistema Meltio Engine permite combinar la fabricación sustractiva y la aditiva cuando se integra con un CNC. Este es el recurso que está utilizando el buque USS Bataan. Así, se mejora la eficiencia del buque y se reducen los residuos que genera el mecanizado típico.



# “La introducción de la fabricación aditiva en las operaciones navales favorece la preparación y la autosuficiencia”

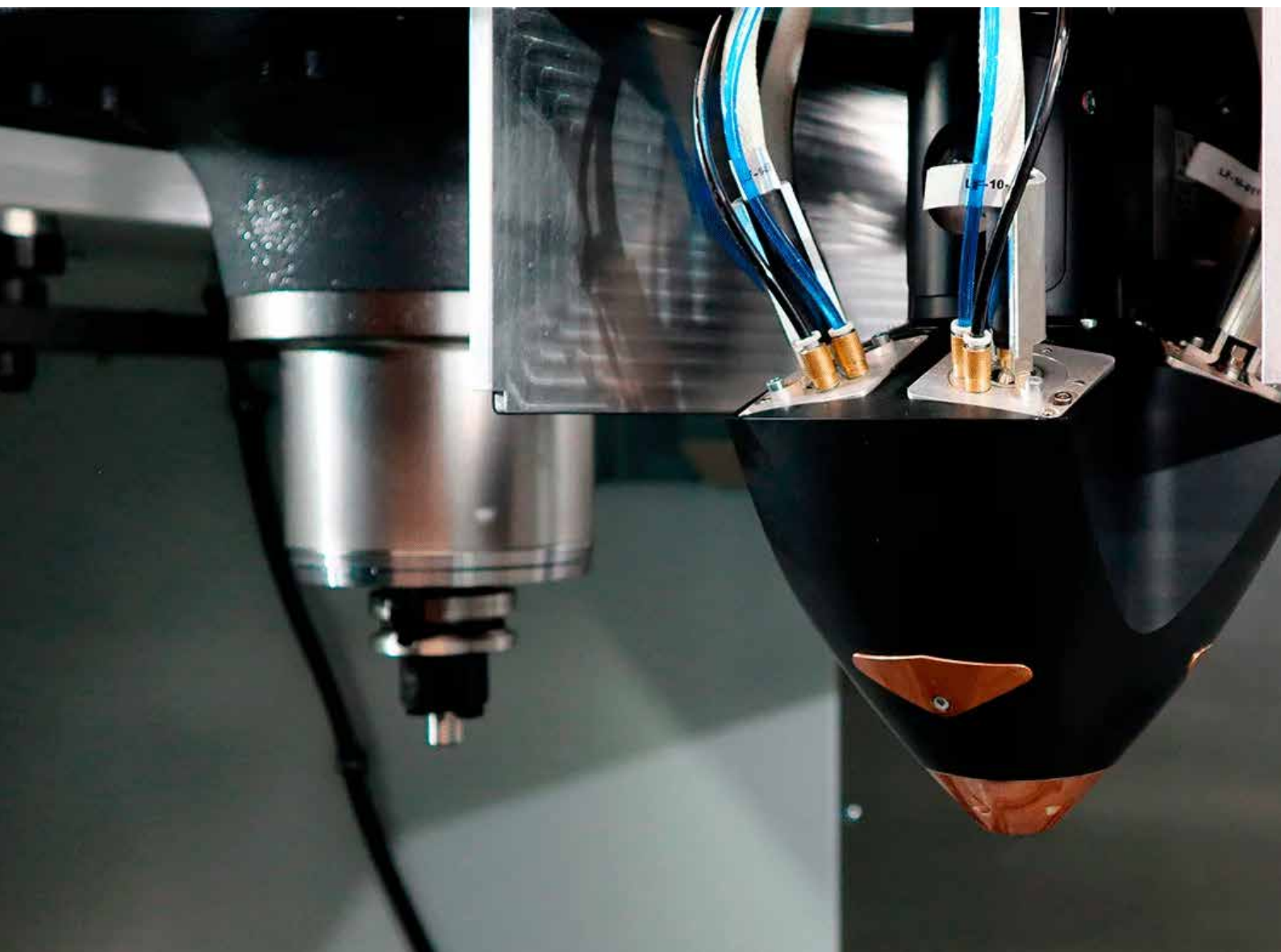
**Brendan McLane**, Comandante de la Naval Surface Force Atlantic

## Solución / Resultados

El sistema Phillips Additive Hybrid imprime acero inoxidable 316L, un material muy empleado en los sistemas de los buques de la Armada estadounidense.

La fabricación aditiva en acero inoxidable a bordo de buques de guerra representa un gran avance tecnológico ya que proporciona a los marineros la capacidad de fabricar a un nivel industrial sin adquirir sistemas más costosos gracias al cabezal multi-láser de Meltio.

*“Estas impresoras tienen la capacidad de ayudar a la Armada a superar los problemas de obsolescencia de los buques, en los que la vida útil de los sistemas se mide en décadas. Además, contribuyen directamente a mejorar la disponibilidad operativa de nuestros sistemas y buques”,* explica el contralmirante Jason Lloyd, jefe de ingenieros de NAVSEA.





# Piezas finales más resistentes para terceros gracias a la Impresión 3D en Metal

**Sector** \_\_\_\_\_ Energía, Construcción

**Aplicación** \_\_\_\_\_ Pieza final

**Tecnología** \_\_\_\_\_ Markforged Metal X

## El cliente

Nieka Systems crea equipos de preparación de muestras que permiten a sus clientes de los sectores de la minería y la producción de cemento analizar y garantizar la calidad de sus procesos de fabricación. Sus máquinas automatizadas calientan muestras de mineral o cemento junto con fundente de fusión a temperaturas de hasta 1.000 °C y luego las enfrían a temperatura ambiente para producir discos de vidrio. Anteriormente, la empresa subcontractaba a terceros la fabricación de clips para crisoles de Inconel, pero los costes empezaron a acumularse, por lo que Nieka recurrió al sistema de impresión Metal X 3D.

## El desafío

Las muestras de material de Nieka se funden en un crisol de platino y luego se vierten en un molde de platino calentado. El proceso de fusión se produce a temperaturas de hasta 1000C, tras lo cual la mezcla se vierte en un molde y se enfría rápidamente. Debido a estos rápidos y repetidos cambios de temperatura, los componentes internos de los instrumentos de fusión de Nieka deben estar fabricados con materiales capaces de tolerar altas temperaturas y soportar ciclos rápidos de temperatura.



Como el Inconel es una superaleación basada en el níquel que puede soportar temperaturas de hasta aproximadamente 1.000°C, era una elección natural para los clips que sujetan los crisoles y los moldes sobre los quemadores de gas. En un principio, Nieka Systems consideró el mecanizado CNC como una opción para fabricar los clips de los crisoles en Inconel, pero descubrió que el coste superaba con creces su presupuesto y los plazos de entrega eran demasiado largos. Entonces recurrieron a empresas de servicios de impresión 3D para subcontratar clips de crisol de Inconel 625 impresos en 3D mediante la tecnología de sinterizado directo de metal por láser (DMLS).

Al principio, el coste de subcontratar la producción de la pieza mediante DMLS era muy atractivo, pero empezó a aumentar y los plazos de entrega eran muy variables y difíciles de prever. El equipo empezó a preocuparse por si serían capaces de mantener el ritmo de demanda del producto, habiendo puesto ya sus equipos a disposición de 20 países de todo el mundo.

*“El sistema Metal X nos permite fabricar piezas más rápido, reducir el tiempo de entrega, saber exactamente cuándo podemos entregarlas e ir más allá con el diseño.”*

**Louis Croisetiere**, Fundador Nieka Systems

### El futuro

Nieka Systems ha acelerado el desarrollo de sus productos y minimizado el tiempo de comercialización al incorporar la tecnología de Markforged a sus instalaciones. El Metal X no sólo ha acelerado el desarrollo de productos de la empresa, sino que el equipo también ha utilizado sus impresoras de materiales compuestos para fabricar plantillas y ayudas de montaje que aceleran aún más su proceso de fabricación.

Aunque el sistema Metal X estaba pensado para dedicarse únicamente al crisol de alta temperatura y a los clips de molde, el equipo lo utiliza ahora también para otras piezas de producción. *“Algunos de nuestros nuevos diseños se basan en el hecho de que podemos imprimir las piezas, así que yo diría que ha cambiado un poco nuestra forma de trabajar”*, afirma Croisetière.





# Boquilla de hormigón impresa en 3D: ampliación del ciclo de vida y mejora del rendimiento

**Sector** \_\_\_\_\_ Construcción

**Aplicación** \_\_\_\_\_ Pieza final

**Tecnología** \_\_\_\_\_ Meltio M600

## El cliente

Cementos La Cruz, en Murcia, se dedica a desarrollar y fabricar materiales cementantes para la construcción con baja huella de carbono.

Su firme compromiso con la mejora de la industria de la construcción les ha llevado a desarrollar nuevos materiales que permitan mejorar el comportamiento medioambiental y las prestaciones de sus productos.

Fiel a este propósito, crearon el 3DLAB, un laboratorio de fabricación aditiva que ofrece servicios de impresión 3D de hormigón.

## El problema

Se dieron cuenta de que con una boquilla de acero, fabricada por métodos tradicionales como la calderería, se encontraban con problemas de durabilidad, resistencia al contacto con el material, desgaste excesivo y acumulación de cemento en su interior. Los tiempos de impresión del cemento se retrasaban y no se ajustaban al cemento de impresión 3D.



## Solución

Cementos La Cruz usó la tecnología de fabricación aditiva de Meltio para crear una boquilla para la deposición del hormigón. Tras una investigación conjunta con el departamento de aplicaciones de Meltio, definieron y crearon un diseño de boquilla que pudiera producirse con fabricación aditiva. Con Meltio, consiguieron una boquilla metálica impresa en 3D más robusta, resistente, duradera y con una geometría que evitaba la acumulación de cemento y mejores resultados que la boquilla anterior fabricada con calderería. Los resultados fueron más que satisfactorios.

## Resultados

Fabricar una boquilla de acero inoxidable por calderería se tarda 15 días, sumando el contactar con la empresa externa, diseñar la pieza y recibirla en su 3DLAB de Cementos La Cruz.

En cambio, con la tecnología de Meltio, la boquilla en acero inoxidable se imprimió en tan solo 9 horas. Además de la reducción de tiempos, la boquilla impresa en 3D ofrece una mayor resistencia a la deformación que el modelo tradicional.

	Producción	Durabilidad	Coste por tn inyectada
Fabricación tradicional	15 días	250 tn /cemento	0.8 € /tn
Fabricación aditiva Meltio	9 horas	+600 tn /cemento	0.4 € /tn

Tiempos de entrega

Reducción  
**-97.5%**





**SICNOVA®**

[sicnova3d.com](http://sicnova3d.com)