

TRANSFORMACIÓN POR APORTE DE MATERIAL

CÁTEDRA BALCAZA
diseño industrial-FAyD-UNaM

El plan de procesos debe desarrollarse dentro de las limitaciones impuestas por el equipo de procesamiento disponible y la capacidad productiva.

PROTOTIPIADO RAPIDO

LAYER MANUFACTURING (FUSED DEPOSITION MODELLING) / **FDM**

SINTERIZADO LÁSER SELECTIVO (RESINA+LAYER+LASER) / **SLS**

ESTEREOLITOGRAFÍA (POLIAMIDA) / **SLA**

MOLDEO EN SILICONA

MANUFACTURA POR LAMINAS / **LOM**



QUE ES UN PROTOTIPO

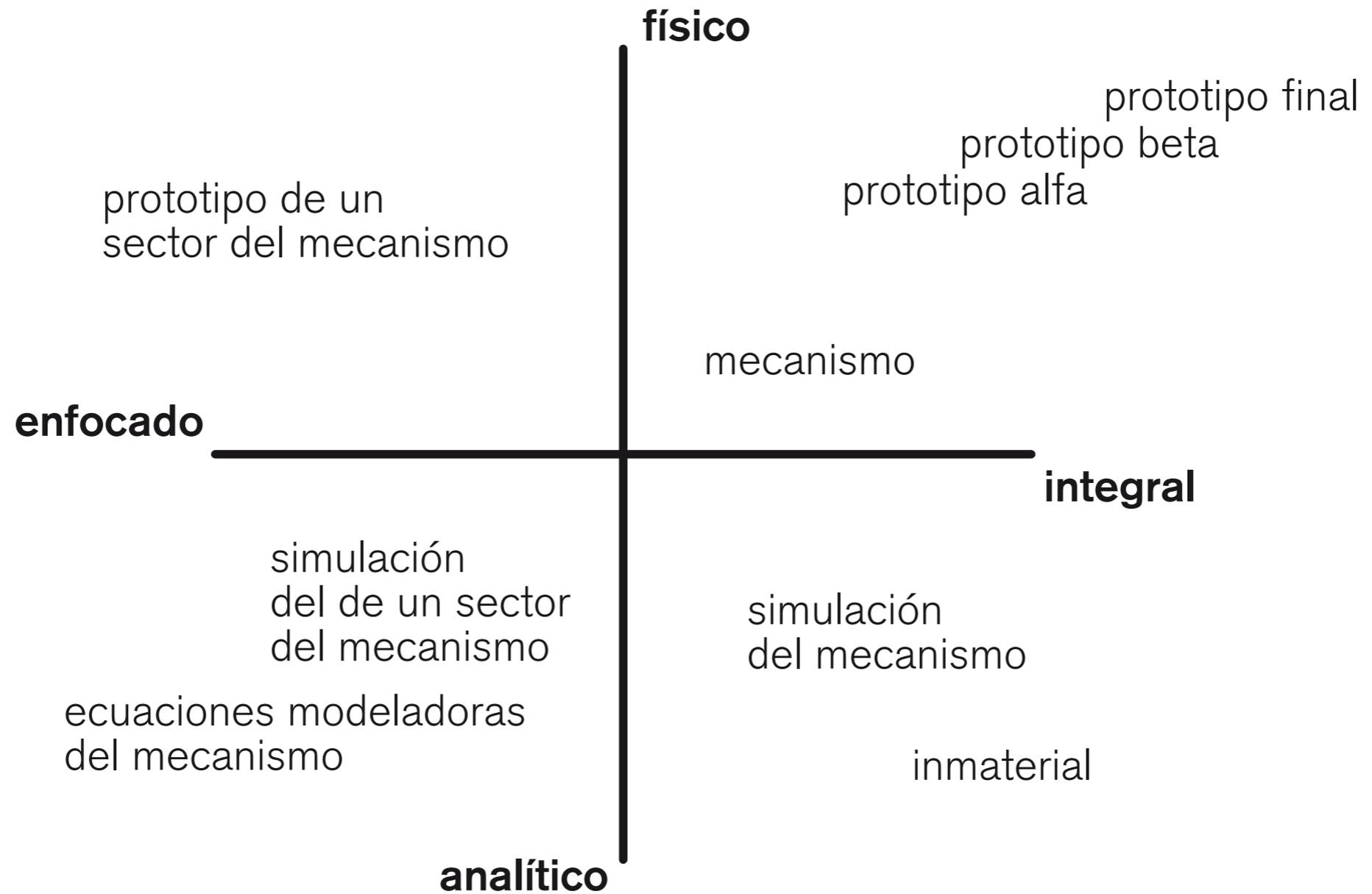
“es una aproximación el producto final junto con una o mas dimensiones de interés” (Ulrich; Eppinger, 2004.:247).

Podemos clasificar cuatro tipos de prototipos:

FÍSICO, ANALÍTICO, INTEGRAL O ENFOCADO.

El prototipo llamado físico es aquel que se presenta de forma tangible y a diferencia del prototipo analítico, que mantiene una forma abstracta (una formula, un diagrama, una simulación, un modelado geométrico digital) en el prototipo físico se puede probar o verificar la forma de manera real, se puede verificar el volumen, se puede apreciar la forma del producto. En el caso de los prototipos integrales se trata de verificar la mayoría, si no fueran que todos, los atributos o características del producto en oposición a los prototipos enfocados que solo reproducen una parcialidad del producto para probar y comparar.

Por lo dicho un prototipo es una representación de algunas de las características o variables que necesitamos verificar o probar en un producto u objeto específico en su desarrollo.



Ulrich, Karl T. y Eppinger, Steven D. (2004)

PARA QUE HAGO UN PROTOTIPO

PARA APRENDER

cuando los prototipos me sirven para responder a preguntas, como por ejemplo: va a funcionar?, en que medida va a responder el mecanismo o la forma a lo que proyecte?

PARA COMUNICAR

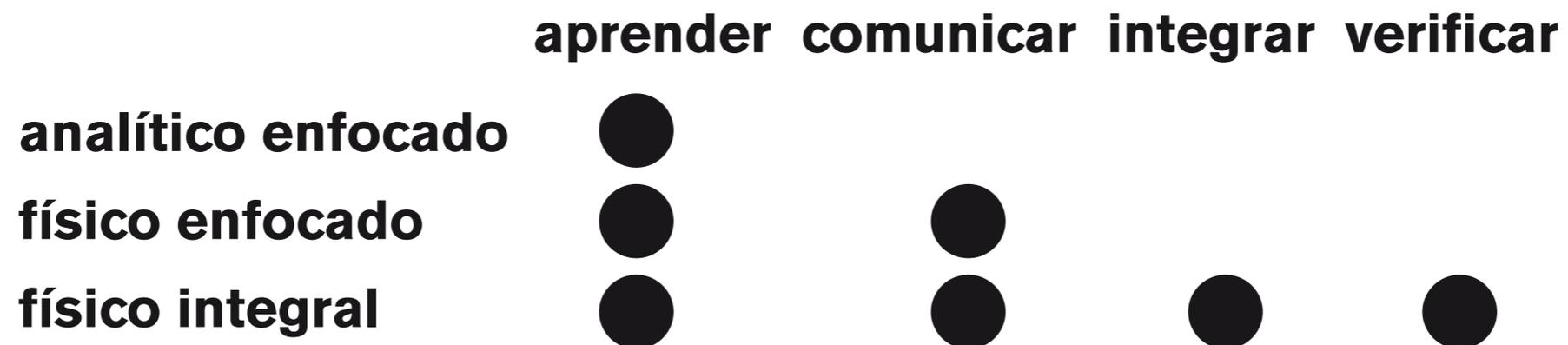
Los prototipos sirven para manifestar físicamente sensaciones –para ver o sentir- y ello ayuda a presentar un producto de una manera mas clara.

PARA INTEGRAR

Un prototipo integral permite comprender la totalidad del producto y como en el se relacionan las partes.

PARA VERIFICAR

Los prototipos verificadores proporcionan metas tangibles, demuestran el progreso y sirven para reforzar el proyecto.



Ulrich, Karl T. y Eppinger, Steven D. (2004)

PROPOSITO

NIVEL DE APROXIMACION

PERFIL DEL PLAN DE PRUEBA

CALENDARIO

HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN UN SISTEMA CAD/CAM INCORPORANDO EN EL PROCESO LA TECNOLOGÍA DE PROTOTIPADO RAPIDO.



FACE DE DISEÑO	HERRAMIENTAS DE PROTOTIPADO RAPIDO
análisis del diseño	aplicaciones de análisis por cálculo (FEM, FEA) herramientas para verificar interferencias y ensambles de piezas -montaje-. Prototipo analítico enfocado o integral, con el fin de aprender y/o comunicar.
optimización del diseño	Aplicaciones de simulación virtual, con el objetivo de optimizar y comprender las lógicas de los procesos. Prototipo analítico.
evaluación del diseño	Herramientas de prototipado rapido -prototipo físico-, con el objetivo de aprender, comunicar, integrar y verificar los procesos de producción y las características mecánicas y geométricas de la pieza. Prototipo físico enfocado y/o integral.

- Estereolitografía (**SLA**): Emplea un láser UV que se proyecta sobre un baño de resina fotosensible líquida para polimerizarla.

- Fotopolimerización por luz UV (**SGC**): Al igual que la estereolitografía, se basa en la solidificación de un fotopolímero o resina fotosensible, sin embargo la fuente de energía no es un láser sino una lámpara de UV de gran potencia que proyecta todos los puntos de la sección simultáneamente.

- Deposición de hilo fundido (**FDM**): Una boquilla que se mueve en el plano XY horizontal deposita un hilo de material a 1° C por debajo de su punto de fusión que solidifica inmediatamente sobre la capa precedente.

- Sinterización selectiva láser (**SLS**): Se deposita una capa de polvo, de unas décimas de mm., en una cuba que se ha calentado a una temperatura ligeramente inferior al punto de fusión del polvo. Seguidamente un láser CO₂ sinteriza el polvo en los puntos seleccionados.

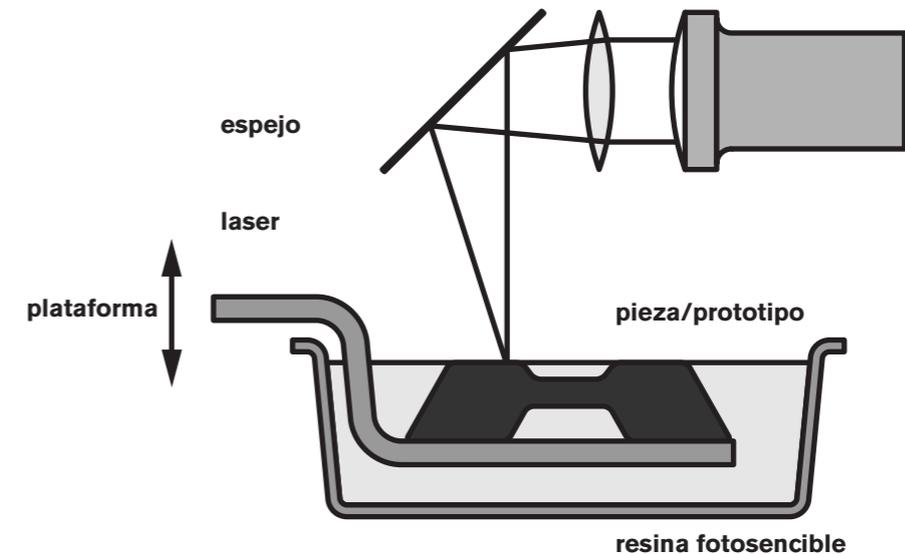
- Fabricación por corte y laminado (**LOM**): Una lámina con una fina capa de adhesivo se posiciona automáticamente sobre una plataforma y se prensa con un rodillo caliente que la adhiere a la lámina precedente. Seguidamente un láser corta en forma de cuadrícula aquellas zonas de la lámina que posteriormente serán desechadas, dejando solo la pieza final.

- Proyección de aglutinante (**DSPC**): Se deposita material en polvo en capas que se cohesionan mediante la impresión de “chorro de tinta” de un material aglutinante.

ESTEREOLITOGRAFIA (SLA)

Consiste en desencadenar un proceso de polimerización mediante la incidencia de un láser UV de unos pocos milivatios. Los puntos atacados por el haz láser solidifican, creando una capa consistente con la forma de corte que le corresponda en cada altura. La geometría 2D de cada corte o capa dirige el movimiento de dos espejos galvanométricos que reflejan el haz láser sobre la superficie de trabajo. Cuando una capa termina, mecánicamente baja un pistón, permitiendo que quede cubierta por la nueva capa líquida con el espesor deseado para continuar el proceso.

Dicha solidificación se va realizando por capas hasta completar la pieza. Posteriormente se precisa un post-curado para que la pieza quede totalmente solidificada. Este tratamiento se realiza en un horno bajo luz ultravioleta.



Ventajas:

Buen acabado superficial

Precisión de las piezas de 0.1%

Buen nivel de detalle, lo que las hace ideales para hacer moldes de colada al vacío.

Desventajas:

Las piezas en determinados materiales son demasiado frágiles como para hacer verificaciones funcionales y pueden llegar a estropearse en el proceso de post-curado, si no se trata con sumo cuidado.

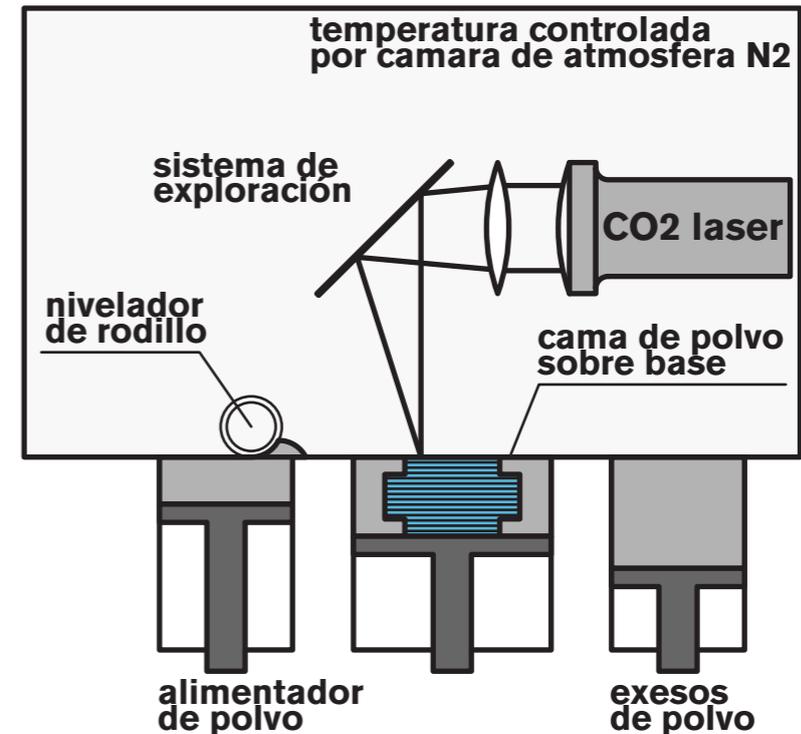
Se requieren soportes durante su construcción.



SINTERIZADO LASER (SLS)

La sinterización selectiva por láser es una técnica de prototipado rápido que fabrica las piezas por capas. El material de base es un polvo cuyas partículas miden casi $50\ \mu\text{m}$. Las sucesivas capas se van depositando unas sobre otras. El software de la máquina hace capas o secciones de hasta $0,08\ \text{mm}$ de espesor y las envía al escáner de la máquina que escanea la superficie, activando un láser de CO_2 sólo en aquellas zonas donde existe espesor de pieza. Durante la activación del láser, el material alcanza su temperatura de fusión. Cuando ha terminado una superficie entera, el rodillo añade una nueva capa de material y se procede a sinterizar la siguiente sección de la pieza. Así sucesivamente hasta que se termina de construir la pieza completa.

Los materiales que se emplean son generalmente poliamidas, por lo que las características mecánicas de los prototipos son, en algunos casos, incluso mejores que las piezas posteriormente inyectadas. Al emplear polvo en lugar de líquido no es necesario crear estructuras de soporte, con lo que se pueden apilar las piezas, realizando a la vez varias piezas.



Ventajas destacables:

Resistencia a temperaturas

Posibilidad de añadir cargas de vidrio, hasta un 30%

Posibilidad de montaje y desmontaje de piezas con clipajes y otros elementos de montaje.

Desventajas:

El proceso térmico al que está sometido hace que los cambios, la posición de las piezas y cualquier variación mínima durante el mismo sean muy críticas.

Superficie porosa

Tolerancia dimensional difícil de controlar, depende mucho de los espesores de pieza y el proceso de transformación.





DEPOSICIÓN DE HILO FUNDIDO (FDM)

Al igual que en los sistemas anteriores, el elemento de partida es un modelo CAD tridimensional, que es seccionado por planos horizontales y cuyas secciones son transferidas a la máquina de "Rapid Prototyping" donde se construye la pieza.

El material termoplástico, en estado de semi-fusión, es extruído a través de una boquilla y depositado capa por capa hasta completar el modelo. El cabezal de la máquina es alimentado mediante material en forma de hilo. En el cabezal, este material es calentado hasta 1° C por encima de la temperatura de fusión. Cuando el material es depositado por el cabezal, éste ejerce al mismo tiempo una determinada presión sobre el mismo, consiguiendo, por un lado, que quede soldado inmediatamente con la capa anterior y, por otro, el espesor de capa deseado. Las temperaturas utilizadas en este proceso oscilan entre 70° C y 140° C.

El material inicialmente se encuentra en bobinas de filamentos de 1.8 mm (0.07") de diámetro y en dos tipos: a) el material propio de la pieza, y b) el soporte, material de la misma naturaleza pero de mayor fragilidad. La existencia del soporte en la elaboración de prototipos, es imprescindible en este tipo de tecnología. La cantidad que interviene de cada uno de los materiales varía dependiendo de la forma y orientación de la pieza. El soporte ayuda a mantener la estabilidad dimensional de la pieza durante su conformación, evitando desfondamientos y deformaciones.

En general los materiales utilizados pueden ser variados, incluso nylon y polímeros que pueden ser mecanizables. La reciente introducción de plásticos ha llevado a una mayor aceptación de este proceso ya que es menos frágil al manipular el objeto, en general, los materiales son de bajo costo. La empresa que trabaja esta tecnología es Stratasys.

Ventajas:

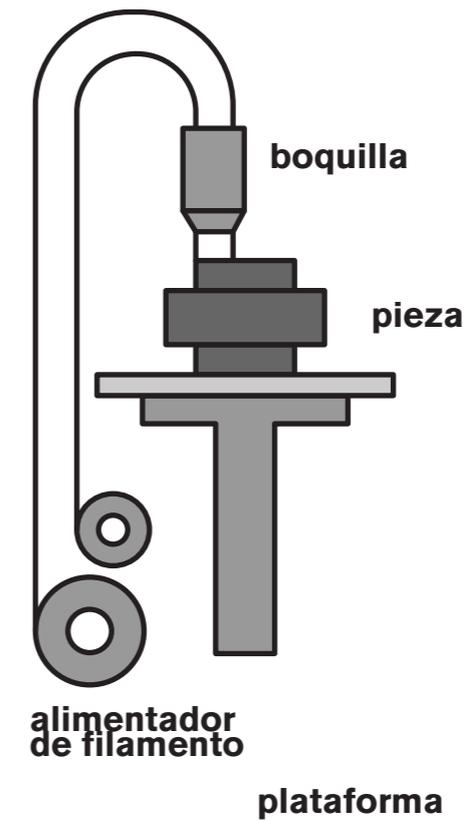
Material más barato.

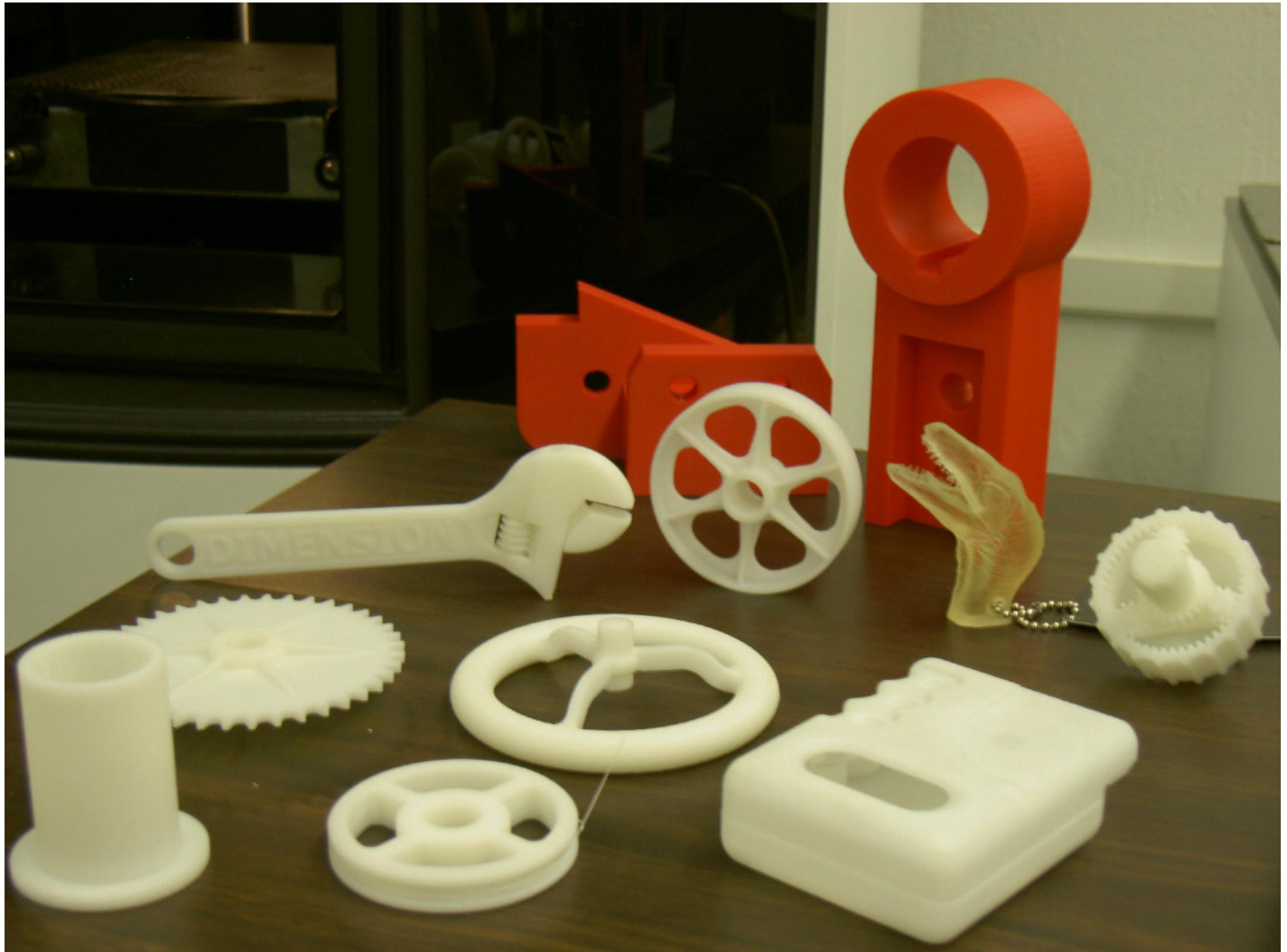
Inhodoro.

Más rápido que SLA.

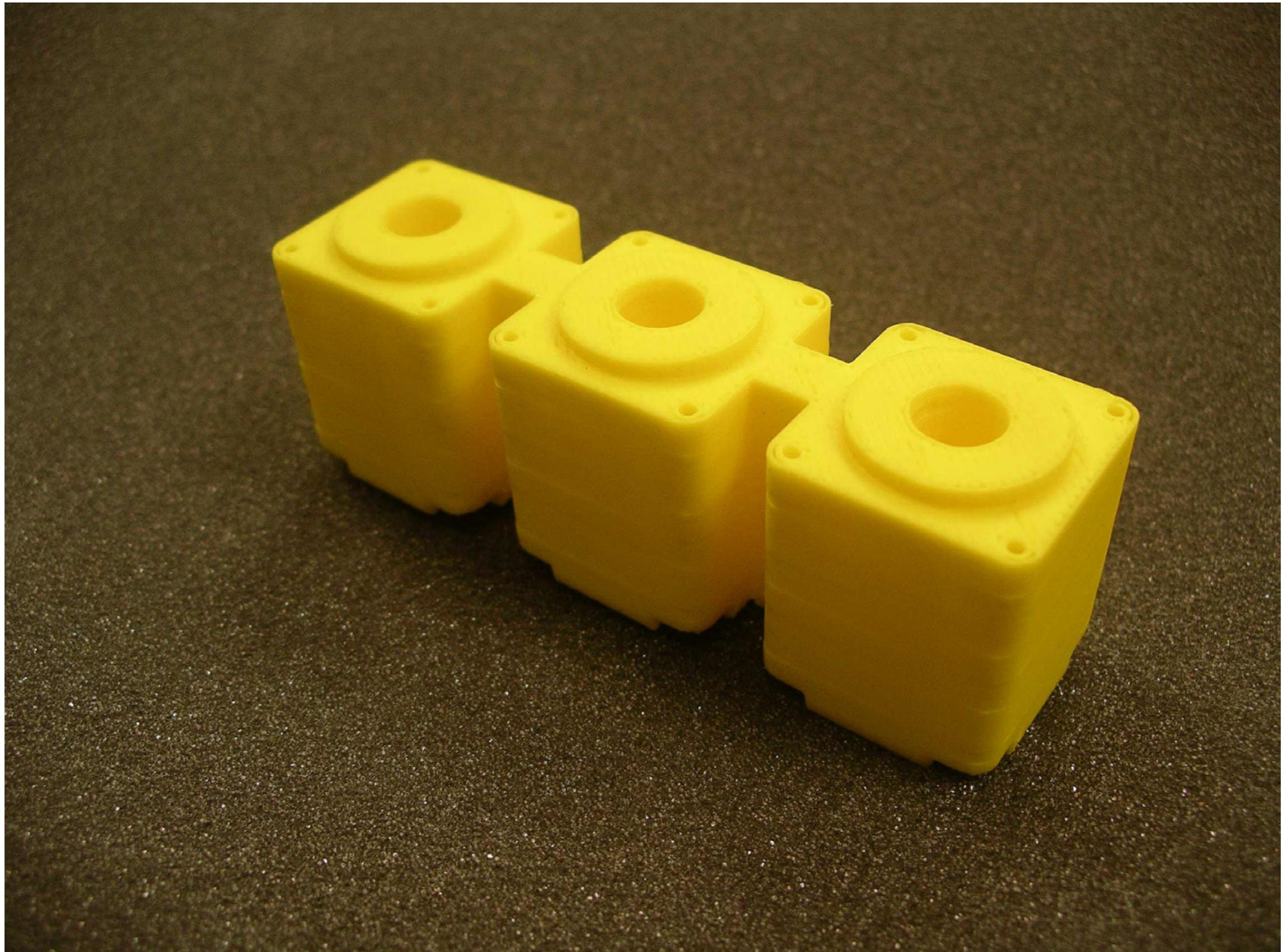
Desventajas:

Apariencia granulada









ELECTRO FUSIÓN POR RAYOS (EBM)

La tecnología EBM es una tecnología de fabricación por capas. Un cañón de electrones funde el material en polvo depositado en capas en la superficie de construcción. A diferencia de los resultados de otras tecnologías, las piezas fabricadas mediante EBM tienen una densidad del 100%.

La idea fundamental que sirve de base a las tecnologías "CAD to Metal", consiste básicamente en la construcción de piezas en metal superponiendo capas de metal en polvo (aleaciones de titanio, aleaciones de acero, super aleaciones,...), cada una de las cuales se funde mediante el uso de un haz de electrones que sigue exactamente la geometría definida por un modelo CAD 3D.

Las piezas se construyen capa a capa, en una cámara al vacío. La pieza es diseñada mediante un programa de CAD 3D y el fichero es transferido a un software de preproceso donde el modelo es seccionado en esas finas capas. Esta información será la que pasará al sistema EBM S12.

Una vez fabricada la pieza, debe limpiarse. Si lo requiere, la pieza puede pasar un proceso de mecanizado para su acabado.

EBM presenta las siguientes ventajas respecto a otras tecnologías:

la fusión en el vacío permite que las propiedades del material fundido sean de gran calidad.

El ambiente al vacío permite eliminar impurezas, como óxido y nitratos.

Permite la fusión de metales refractarios y combinaciones de metales distintos.

Materiales 100% densos, con las propiedades del material final.

Mayor eficiencia en la generación del haz de energía, resultando en un menor consumo de energía, así como en un menor coste de instalación y de mantenimiento.

Mayor potencia que se traduce en una mayor velocidad de fabricación de las piezas.

El desplazamiento del haz de electrones se consigue sin partes móviles, lo cual resulta en una mayor velocidad de exploración y en un coste de mantenimiento menor.

La tecnología del cañón de electrones no tiene problemas de reflexión en el material fundido.

Un ambiente en las condiciones térmicas adecuadas reduce las tensiones residuales en las piezas fabricadas, eliminando los cracks habituales en otras tecnologías sin necesidad de añadir unos ratios especiales.

Gracias a la habilidad de procesar directamente geometrías complejas, la tecnología EBM es ideal para la fabricación directa de piezas complejas en volúmenes pequeños. El proceso permite la personalización de las piezas y la construcción de geometrías imposibles de realizar con otras tecnologías de fabricación, lo cual proporciona mayores capacidades y valor añadido al cliente.

DIELESS FORMING (CONFORMADO DE CHAPA SIN MATRIZ)

El conformado de chapa sin matriz “ DIELESS” supone una de las más recientes innovaciones en el campo de deformación de chapa metálica.

Basada en la técnica de deformación incremental de chapa, el proceso se inicia, directamente, a partir del modelo CAD 3D de la pieza. La pieza se conforma como resultado de pequeñas deformaciones que se imprimen, de forma sucesiva, en zonas localizadas de la chapa. La suma de estas pequeñas deformaciones genera la forma final de la pieza. El proceso es totalmente automático, gracias a la acción de un punzón de cabeza esférica que ejerce presión sobre una pequeña zona de la superficie de la chapa y un sistema de control numérico que gobierna los movimientos del mismo.

Esta novedosa técnica ofrece la posibilidad de obtener de forma rápida y sencilla piezas de chapa metálica, sin necesidad de recurrir a la utilización de máquinas y métodos tradicionales como matrices y prensas. Prototipos, series cortas y preseries se pueden obtener en una gran variedad de materiales y formatos como acero, acero inoxidable, aluminio y titanio.



SINTERIZADO LÁSER DIRECTO DE METAL (DMLS)

El sinterizado láser directo de metal (DMLS) es un proceso de producción por capas que permite la fabricación de insertos de molde con forma compleja y componentes metálicos directamente del fichero CAD 3D. Las principales áreas de aplicación son moldeo por inyección de plástico, fundición a presión y fabricación directa de componentes. Los polvos de metal para el proceso DMLS han sido desarrollados y optimizados especialmente para procesado por láser y el trabajo de desarrollo continuo ha dado su fruto con la introducción de nuevos polvos de metal al mercado. Las aplicaciones habituales y potenciales del DMLS incluyen:

Utillajes para producción de bienes de consumo e industriales, tanto prototipos como pequeñas y medias producciones de componentes definitivos.
Producción de otros útiles para utilidades industriales y científicas, moldes, patrones, fijaciones, etc.
Producción rápida de bienes de consumo o industriales, tanto prototipos como definitivos.
Producción rápida de piezas unitarias que son hechas a medida y gusto del cliente, como implantes médicos, etc.

Producción de obras de arte, arquitectura, regalos de empresa, instrumentos musicales, representaciones de datos científicos, etc.

La mayor área de aplicación industrial hasta ahora ha sido la producción de moldes y matrices (aplicación denominada DirectTool) para moldeo por inyección, fundición inyectada, transformación de chapa metálica y vulcanización de caucho. El sector de fabricación de utillajes ha puesto los más estrictos requisitos para los elementos sinterizados ya que el moldeo y procesado exitoso de plásticos, cauchos, metales fundidos y chapa metálica requiere también moldes y útiles de alta calidad.

la EOS M 250 Extended, es una máquina de sinterizado (SLS) diseñada especialmente para trabajar con material metalico. Es por ello que cuenta con un láser más potente que la P380 de SLS plástico.

el proceso de trabajo es identico, salvo que es necesario partir de una placa de acero de soporte, que va a permitir que las piezas se sinterizen sobre ellas, y aportar estabilidad mecánica al proceso.

las característica técnicas son las siguientes :

Volumen de construcción :

la máquina esta diseñada para trabajar con piezas pequeñas, con placas 240 mm x 240 mm.

Ancho de capa :

aunque la máquina esta preparada para 20 μm , se puede trabajar con capas de 40 ó 60 μm , perdiendo precisión, pero ganando rapidez.

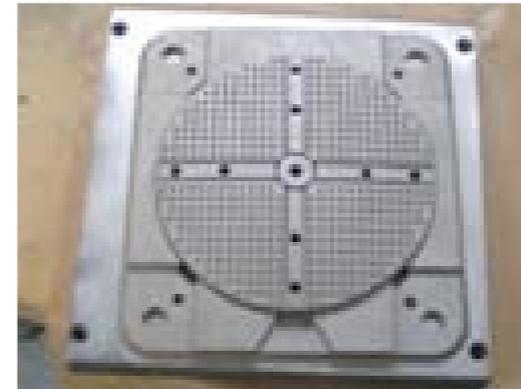
Precisión dimensional :

dimensión x $0,07 \pm 50 \mu\text{m}$

Materiales :

DM20 : acero para sinterizado con alto contenido en bronce..

DS20 : acero para sinterizado.

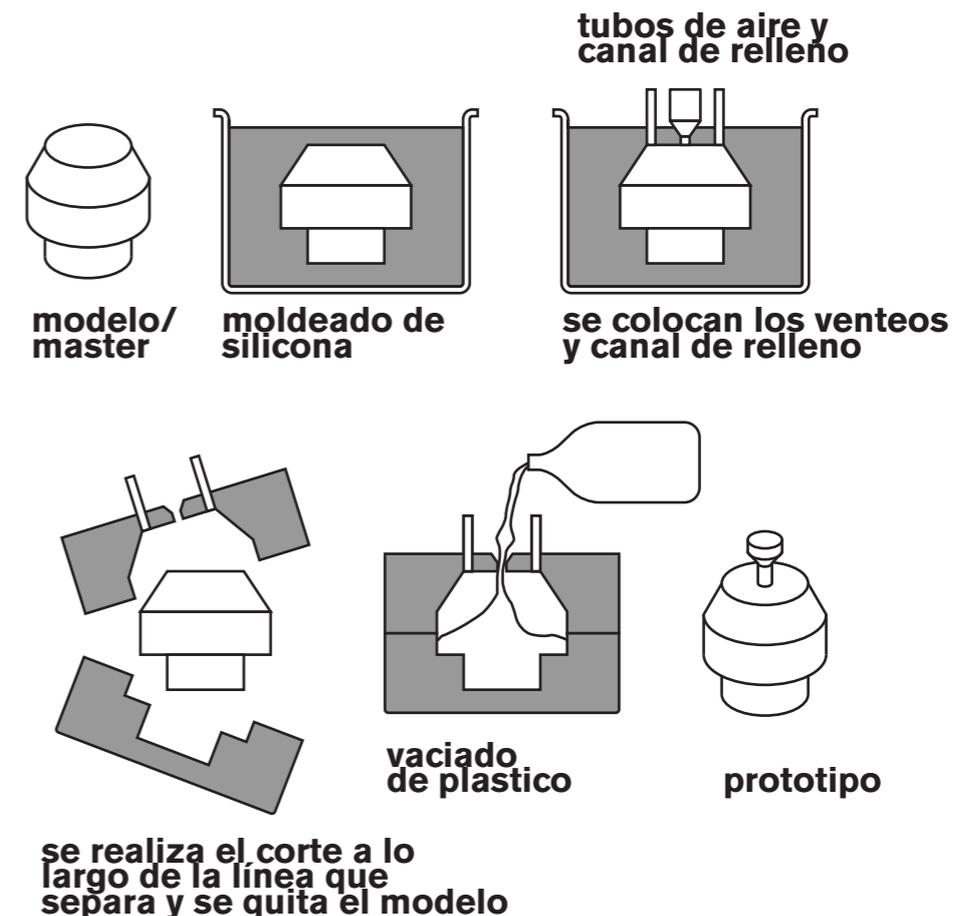


IMPRESIÓN 3D (OP)

la tecnología PolyJet consiste en la “impresión” de un material foto polímero mediante múltiples boquillas ubicadas en el cabezal. Las boquillas depositan el material en estado líquido sobre la bandeja de construcción con un movimiento similar al de una impresora, en capas de tan sólo 16 micras de grosor. Una vez depositado, una luz ultravioleta solidifica el material. La bandeja de construcción desciende y el proceso se repite.

Las piezas se construyen con dos materiales foto polímeros diferentes: el material de modelo y el material de soporte. Los soportes necesarios durante el proceso de construcción de las piezas son fabricados en un material diferente al modelo. Se trata de una gelatina que, una vez finalizado el proceso de fabricación se elimina con un simple chorro de agua

La tecnología PolyJet permite fabricar piezas con una gran precisión dimensional, detalles finos y superficies lisas. Es posible fabricar paredes de hasta 0,6mm.



La colada al vacío se obtiene mediante la fundición de la silicona a través de un modelo master que una vez extraído nos permite tener un molde blando sobre el que se realiza el colado de material deseado.

Se prepara cuidadosamente un modelo master, realizado normalmente en SLA o SLS, para obtener los planos de unión y asegurar el buen acabado de las superficies. A continuación se realiza la fundición de la silicona alrededor del modelo master. Una vez endurecida la silicona, el molde se corta según los planos de unión y se extrae el modelo master, dejando una cavidad para fundir copias. Gracias a la flexibilidad de la silicona, los pequeños cortes sesgados no presentan grandes problemas a la hora de separar las partes del molde.

Para llevar a cabo las copias se usan poliuretanos bicompuestos. Para evitar la aparición de burbujas de aire, el moldeado se lleva a cabo al vacío de manera que se consigue una producción de piezas de alta calidad a mayor velocidad. Existe una amplia variedad de poliuretanos con diversas características, ideales para la producción de prototipos que se pueden usar para pruebas funcionales bajo diversas condiciones, tales como las pruebas mecánicas y las pruebas térmicas o de ambiente químicos.

También se puede realizar la fundición de otros materiales, como por ejemplo la silicona. Sin embargo, debido a la viscosidad de la silicona, esta técnica difiere del proceso tradicional de fundición. Para la fundición de las siliconas se utilizan diferentes prensas que permiten introducir la silicona dentro del molde de silicona. El molde en silicona no es demasiado caro y ofrece gran exactitud en el acabado, por lo que las piezas fabricadas con esta técnica son ideales para la realización de prototipos y series pequeñas.



