



Foto: www.kvitters.com

## ► Impresión 3D: Modelos Reales, Productos Más Funcionales

Paola Andrea Ruiz  
Periodista Metal Actual

Más de 60  
tipos de  
materiales  
para  
prototipado.

*La elaboración de prototipos es una práctica que permite mejores desarrollos industriales, por cuanto posibilita la evaluación de los productos antes de su fabricación.*

En la actualidad y ante la gran oferta de productos de un mismo tipo que se presenta en el mercado, las industrias no se pueden dar el lujo de cometer errores de diseño ni de fabricación, ya que éstos, pueden afectar directamente su imagen y la aceptación de sus productos por parte de los clientes. Es por esta razón, que la mayoría de industrias ya no se arriesgan a lanzar al mercado productos que no hayan sido probados con anterioridad.

Sin embargo y aún para muchos, el proceso de evaluación del diseño, representa más que una ventaja, una traba para la producción, ya que no cuentan con la tecnología necesaria para realizar prototipos de manera fácil y oportuna, y por el contrario, deben ceñirse a métodos de modelado que generan gastos y grandes inversiones de tiempo y dinero.

En este orden de ideas, varias tecnologías se han ido implementando con miras a mejorar los procesos de evaluación de diseño de los nuevos productos. La manufactura por capas, por ejemplo, permite la creación rápida de modelos tridimensionales o prototipos reales, que sirven para que el equipo creativo verifique aspectos conceptuales, funcionales y de diseño que favorecen el desarrollo acertado del producto, antes de que éste sea fabricado.

La tecnología LM o Layer Manufacturing –por sus siglas en inglés– fue creada hacia finales de la década de los ochenta por una compañía estadounidense, que buscó satisfacer la necesidad de contar con un sistema capaz de crear prototipos reales en 3D, con los que el diseñador pudiera interactuar durante la etapa de creación, para evaluar aspectos como ergonomía, compatibilidad de los materiales, procesos adecuados de manufactura y ensamble, medidas y funcionalidad, entre otros.

La manufactura por capas, puede aplicarse en tres grandes grupos: para el prototipado rápido (rapidprototyping –RP–), para la fabricación rápida de modelos y moldes (rapidtooling –RT–), y para la manufactura rápida de productos (rapidmanufacturing –RM–).

Desde un comienzo, la tecnología LM, ha permitido la obtención de modelos o piezas sólidas a partir de diseños creados mediante programas computarizados como el CAD, y se ha convertido en una herramienta eficaz, que permite la optimización de los recursos humanos y técnicos de las industrias, así como la agilización de los procesos y la reducción en los costos que suponen los métodos tradicionales de ensayo y error.

## La Tecnología y los Prototipos

El principio de funcionamiento de la tecnología LM, es sencillo y se podría comparar incluso, con el de una impresora de tinta, ya que hace el vacia-



Foto: 2.bp.blogspot.com/\_

do de material se hace por capas, una a una, hasta conformar la geometría completa de la pieza. La tecnología “inkjet 3D printer” se basa en la inyección de fotopolímeros líquidos en capas que se curan instantáneamente con luz ultravioleta. En las máquinas más modernas, la inyección de las capas se hace a 16 micrones.

Todas y cada una de las impresoras 3D, realizan el prototipo inyectando dos materiales, uno para modelado y otro para soporte. Éste último, es una especie de gel, cuya función es –como su nombre lo indica–, la de soportar o rellenar los espacios vacíos sobre los cuales se construye o imprime una o más capas de material de modelado. Es decir, dicho material soporta los techos y los ángulos negativos de las piezas, lo que posibilita el diseño y fabricación de geometrías complejas que incluyan salientes y rebajes. Es preciso aclarar que el gel de soporte no hace parte del prototipo como tal, y por ello, al final del proceso se remueve con agua a presión.

La mayoría de las impresoras 3D que se comercializan en la actualidad, son equipos compactos, diseñados para usarse en ambientes de oficina, pero que ofrecen gran volumen de construcción, así como capacidad y autonomía.



*Los prototipos son piezas claves en el proceso de diseño, si se realizan con materiales que semejen los del producto final.*

## Impresoras de un Sólo Material

Las impresoras para prototipado que emplean un solo material son los equipos más comunes hasta el momento; dentro de este grupo, existen varias referencias que se diferencian entre sí, por la capacidad, volumen constructivo, versatilidad, resolución, velocidad y autonomía de impresión.

La configuración más básica ofrece un volumen de trabajo de 258x250x205 mm, con una velocidad de impresión en alta calidad (para espesores de capa de 16  $\mu$ ), de 6mm/hora/trazo, y en baja velocidad (para espesores de capa de 30  $\mu$ ), de 12mm/hora/trazo. Dentro de esta misma categoría, existen algunos modelos que trabajan sólo con velocidades de alta calidad. La resolución que ofrecen es de 600x300x1.600 dpi.

Algunos equipos vienen configurados para utilizar dos cartuchos (uno para material de modelo y otro para material de soporte), cada uno de 2 kilogramos.

En cuanto a las máquinas de gama media, éstas fueron diseñadas para permitir volúmenes de trabajo de 340x340x200 mm, con velocidades

en alta calidad de 12mm/hora/trazo y alta velocidad de 24mm/hora/trazo. La resolución que ofrecen es de 600x600x1.600 dpi. La gran mayoría de su tipo, utiliza cuatro cartuchos de material de 3.6 kilogramos (dos de modelado y dos para soporte).

Para los modelos de gama alta, varía la capacidad o volumen de construcción, ya que en éstas se pueden realizar prototipos hasta de 500x400x200 mm. Son máquinas que trabajan con materiales amigables con el medio ambiente, no generan contaminación y son diseñadas básicamente, para ser utilizadas en ambientes de oficina.

## Impresoras de dos Materiales

El desarrollo tecnológico de las impresoras 3D, llevó a la creación de una serie de máquinas que permiten la impresión, con dos materiales de modelado simultáneamente. Esta característica posibilita la realización de prototipos más fieles a la realidad, ya que los materiales y sus combinaciones, semejan las propiedades físicas y mecánicas de un gran número de materias primas finales. En las máquinas más modernas de este tipo se puede incluso, imprimir una pieza con hasta 14 materiales distintos, que se crean a partir de 51 referencias de materiales digitales – tipo de resina que se utiliza en estas impresoras –.

Según Zenki Komori, director regional de Objet Geometries, este sistema de impresión 3D, ha revolucionado no sólo la forma de hacer prototipos, sino la funcionalidad de los mismos, ya que de esta forma, se crean prototipos o modelos con más nivel de detalle, de alta calidad y fidelidad.

Dichos equipos pueden trabajar en tres modos de impresión:

- *MixedTray (Bandeja de Mezclas)*: Imprime al mismo tiempo, varios modelos de prototipos con varios materiales.
- *MixedParts (Partes Mezcladas)*: Posibilita la impresión de un mismo prototipo con materiales diferentes y sus combinaciones.
- *Digital Materials (Materiales Digitales)*: Imprime prototipos con combinaciones de dos materiales. De igual forma, puede crear materiales compuestos sobre la marcha, lo que permite la simulación de una amplia variedad de productos finales con un grado de fidelidad sin precedentes.

Estas máquinas trabajan con velocidades de impresión que varían entre los 12mm/hora/trazo y los 20mm/hora/trazo. De igual forma, permiten espesores de capa entre los 16 y 30  $\mu$ . En cuanto a las dimensiones de los prototipos, pueden alcanzar volúmenes hasta de 500x400x200mm, con resoluciones de 600 dpi.

## Procesos y Funcionamiento

Aunque la construcción de un prototipo es realmente sencilla, esta debe ceñirse a varios procesos antes de la impresión final. Generalmente, se inicia con la creación de un diseño o prototipo virtual, que se puede hacer con cualquier CAD. El equipo donde se realice, debe estar enrutado a la impresora 3D o máquina de prototipado. Una vez el diseño queda listo, éste debe ser exportado a archivo STL1 (dicho proceso debe realizarse también, en el computador externo). El resultado de esta conversión debe ser exportado al computador interno de la máquina, que se encarga mediante un software especializado, de definir las capas de impresión y convertirlas en imágenes para que puedan ser impresas.

Dicho software también reconoce las áreas sobre las cuales se debe inyectar el material de soporte y aquellas sobre las cuáles se debe vaciar el material de modelo. De esta forma se va construyendo la geometría. Cuando el diseño ha cumplido con las etapas anteriores, la impresora inicia su trabajo. Es importante recalcar que estos equipos, imprimen imagen por imagen, es decir, capa por capa de la pieza.

La máquina funciona en tres ejes. El cabezal de impresión se mueve en el eje "X" para vaciar el material de modelado y soporte, y en el eje "Y", para reposicionarse si las dimensiones del modelo así lo requieren. Por su parte la bandeja de trabajo, se mueve en el eje "Z", para permitir la impresión de cada capa, generando de esta forma, el espacio necesario para la altura de la pieza.

Después de la construcción del prototipo, se lleva a cabo el post proceso, en el que se verifica el acabado final de la pieza, y de ser el caso, se realizan procesos relacionados con remoción del material de soporte, taladrado, acabado superficial, recubrimientos, tratamientos térmicos, limpieza, pintura y aplicación de revestimientos, si el modelo así lo requiere.

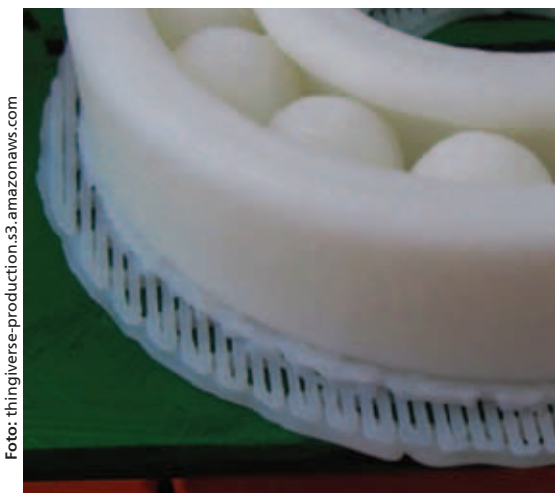


Foto: thingiverse-production.s3.amazonaws.com

*Diseños con detalle y geometrías diversas, son realizados en un solo paso por las impresoras 3D.*





*Muchos aconsejan que antes de usar un software CAD, se realicen bocetos en lápiz, para determinar si quedó o no, bien diseñado.*

## Características Constructivas

La implementación de la tecnología LM, supuso también, el desarrollo de sistemas de impresión 3D, que ofrecen soluciones de prototipado para casi cualquier aplicación. En el mercado se comercializan varias referencias, y aunque cada una de ellas tiene características constructivas y funcionales que las diferencian de las otras, la gran mayoría de las máquinas, tanto aquellas que imprimen en un solo material, como las que lo hacen en dos, están compuestas básicamente por las mismas partes.

- **Bloque de Impresión:** Este es el alma de la máquina. Está constituido por un cabezote o carro en donde se ubican las cabezas de impresión. Cada una de ellas posee en su superficie, poros del diámetro de un cabello, por donde sale la resina, o material con el que se realizan los prototipos o modelos.

El número de cabezas de impresión está directamente relacionado con la capacidad y la gama de las máquinas. En los modelos más sencillos, la configuración es de dos cabezas, es decir una cabeza para material de modelo y otra para material de soporte.

Por su parte, las máquinas de gama media poseen cuatro cabezas –dos para modelo y dos para soporte–, y las de gama alta, pueden llegar incluso a tener hasta ocho cabezas, distribuidas cuatro por cuatro respectivamente. Las máquinas con mayor número de cabezas, imprimen a mayor velocidad, ya que pueden aplicar más cantidad de material al mismo tiempo. Cada cabeza es independiente y puede ser removida –en caso de daño–, sin necesidad de afectar las otras.

Dentro del bloque de impresión se encuentra además, la lámpara de luz ultravioleta, que es la encargada de solidificar la resina o material de modelado. Las referencias más sencillas poseen sólo una unidad, mientras que aquellas que tiene ocho cabezas vienen dotadas con dos.

Herramienta y  
maquinaria para  
la industria  
metalmecánica



**Comprometidos con el desarrollo  
industrial de Colombia**

Bogotá. Cra 32 A No. 29-58 PBX.: (1) 269 5444 / Fax. 269 2395  
email: serviciocliente@campostools.com

Medellín. Cra 49 No 7 sur-50  
Universidad Eafit - Edificio de Ingeniería  
Tels.: (4) 311 4541 - 311 0706 / Fax: (4) 311 0800  
email: camposmedellin@campostools.com

Cali. Carrera 3 No.1-34 Piso 2 El Peñón  
Tels.: (2) 893 3673 - 893 9364  
email: camposcali@campostools.com

Otro componente básico del bloque de impresión es la bandeja de construcción, sobre la cual se realizan los procesos de prototipado. Es importante aclarar que en la gran mayoría de las máquinas que se comercializan actualmente, dicha bandeja no se considera un consumible, ya que está construida para realizar en ella, infinidad de trabajos sin que se afecte su estructura y ni se deteriore.

- **Rodillo:** Se encuentra ubicado debajo del cabezote de impresión. Su principal función es la de remover el exceso de material, con lo que se garantiza que las capas impresas, queden libres de defectos.
- **Compartimento para material:** En esta área de la máquina, se ubican los cartuchos tanto para material de modelo, como para material de soporte. El número de cartuchos que usan las impresoras 3D, varía de acuerdo al tipo de equipo, la configuración y al número de cabezas que utiliza. Existen por ejemplo, aquellas que usan un cartucho para modelo y otro para soporte, mientras que hay otras referencias –las que imprimen multimaterial– que deben usar dos y dos respectivamente. La capacidad de los cartuchos varía entre 1 y 3.6 kilogramos. Tanto el material de modelo, como el de soporte, viajan hacia las cabezas de impresión mediante un sistema de mangueras.
- **Bandeja de desperdicio:** Es una bandeja diseñada para recolectar en ella, todo el exceso de material que es removido por el rodillo. Se usa también para recoger los desperdicios que se generan cuando se limpia la máquina. Dicha bandeja es de fácil remoción y permite rutinas de aseo sencillas.
- **Computador Interno:** Cada impresora 3D, está dotada de un computador interno que es el encargado –mediante un software específico–, de convertir los datos suministrados de diseño en imágenes, con las que logra la impresión capa por capa, de los prototipos. Este computador acciona el cabezal de impresión de acuerdo a los requerimientos del modelo.

- **Computador Externo:** Cada máquina debe estar conectada o enrutada a un computador externo en el que se realizan los diseños del prototipo, en su gran mayoría, estos equipos trabajan con programas CAD y STL.

## Materiales

Existe una gran variedad de materiales para impresión 3D, los hay transparentes, de colores, opacos, flexibles, rígidos, de alta temperatura y resistencia. En la gran mayoría de estos materiales, se pueden hacer post procesos de pintura, taladrado, cromado y/o pegado.

Están diseñados para satisfacer las necesidades tanto visuales, como de tacto, resistencia y fuerza que requieren los prototipos, para ceñirse a la realidad.

Los sistemas de impresión 3D, trabajan con materiales y productos que tienen propiedades muy similares a las de algunos polímeros. Dichas resinas han sido diseñadas para emular materiales que van desde el caucho, hasta vidrios transparentes y plásticos de ingeniería ABS.

En el mercado existen más de 60 tipos de materiales para impresión 3D, que gracias a sus características y propiedades físico químicas, posibilitan la creación de prototipos perfectos, de gran precisión, excelente nivel de detalle y aplicables casi a todos los sectores industriales.

Los materiales digitales son compuestos que se crean mediante la inyección simultánea de dos materiales diferentes, que se combinan en concentraciones y estructuras específicas para simular propiedades mecánicas únicas, lo que permite una simulación más real del aspecto y de la funcionalidad del prototipo respecto al producto final deseado. Este tipo de material sólo se usa en las máquinas que imprimen dos fotopolímeros de modelado, y pueden conseguirse hasta 51 materiales digitales previamente preestablecidos y catalogados.

La elección de los materiales debe ceñirse al diseño del producto y al tipo de máquina impresora 3D con la que se cuenta, ya que no todos los materiales son aptos para ser utilizados en todos los tipos de máquina existentes.

Dentro de los materiales más usados se encuentran aquellos que simulan plásticos de ingeniería ABS, con los que se fabrican prototipos que requieren de alta resistencia al impacto y absorción de golpes.

Por su parte, las resinas que simulan los plásticos estándar –polipropileno–, son ideales para hacer modelos que necesitan de la dureza, flexibilidad y resistencia que ofrece el polipropileno, como contenedores y embalajes reutilizables, juguetes, cajas de batería, piezas de automóvil y aplicaciones flexibles de encaje a presión, entre otros.



Foto: www.orion-int.es

El aprovechamiento del sistema de impresión, se ve reflejado en los modelos que se obtienen.



Los materiales rígidos y opacos, se usan para la realización de modelos que deban tener un aspecto muy similar al producto final. Son ideales para hacer pruebas de ajuste y deformación, prototipos de piezas móviles y ensambladas, componentes electrónicos, modelos de exposición y moldes de silicona.

También existe el grupo de materiales con características muy similares a la de los elastómeros, utilizados usualmente, para hacer prototipos como bordes de caucho, tiradores, empuñaduras, juntas de picaporte, selladores, mangueras, calzado entre otros.

Aquellos materiales que emulan los plásticos estándar transparentes, también se usan para hacer prototipos que requieran de gran detalle y simulación visual de termoplásticos transparentes, como cubiertas luminosas, estuches, aparatos ópticos y algunas aplicaciones médicas.

Existen resinas cuyas características posibilitan el prototipado de piezas médicas y dentales, que incluso pueden ser utilizadas directamente.

En cuanto a los materiales de soporte es preciso aclarar que éstos simulan un gel, que permite la elaboración del proceso de impresión ya que sus características no interfieren en el proceso de prototipado, pues dicho material sólo funciona como su nombre lo indica, para soportar

la resina. La mayoría de resinas que se usan en impresión 3D, salen totalmente solidificadas de la máquina, lo que permite la realización de procesos subsiguientes de forma inmediata.

## Ventajas y Aplicaciones

La elaboración de prototipos es una práctica que permite mejores desarrollos industriales, por cuanto posibilita la evaluación de los productos antes de su fabricación.

La aplicación de las nuevas tecnologías de alta calidad y precisión como la impresión 3D para la elaboración de prototipos, ha logrado que se puedan crear modelos que antes eran imposibles de hacer, de hecho, los distribuidores de este tipo de máquinas concuerdan en que con estas impresoras, se puede lograr cualquier geometría, hasta el punto que afirman, que el límite lo pone la imaginación.

La impresión 3D de hecho, aventaja la fabricación tradicional de modelos, en cuanto a que puede lograr geometrías imposibles de crear de forma manual o maquinada, lo que no supone límites al diseño. Es por ello, que esta tecnología ha tomado tanta importancia dentro de los procesos creativos de las compañías.



LA INNOVACIÓN NOS HACE DIFERENTES

www.UJUETA.com  
ventas@ujueta.com

EQUIPOS DE SOLDADURA PROCESOS: MMA (ARCO MANUAL), TIG DC y AC/DC, MIG MAG

### Alta tecnología para la soldadura

MMA (ARCO MANUAL), TIG DC y AC/DC, MIG MAG

**Incorporamos una serie de sistemas, como el ADAPTATIVE VOLTAGE** que permite la conexión a GENERADORES con salida de 230V\*  
\*Ve características de cada modelo.

La tecnología **"FLEXIBLE VOLTAGE"** que permite un rango de voltaje de entrada de entre 120V y 240V, permitiendo el trabajo con generadores, fuentes de corriente inestables y extensiones de cable.

Los equipos de SOLTER\* incorporan la función para soldar con TIG, mediante el modo de Arco con el sistema LIFT ARC mejorando el acabado de la soldadura TIG además de a la vida útil de los electrodos.

Equipo con las tecnologías **ANTI STICK** (Para la potencia cuando se pega el electrodo, evitando dañar la pieza y electrodo) **HOT START** (Pre calentamiento del electrodo) **ARC FORCE** (Junta que se pega el electrodo)

Tecnologías únicas como el **SYNERGIC FUZZY LOGIC**, desarrollado y patentado por SOLTER\*, aseguran una facilidad de uso y acabado superior. Esta tecnología Adapta automáticamente la velocidad de hilo en los equipos AERODANG - SY, obteniendo una terminación más uniforme, compensando la irregularidades de la soldadura y los movimientos de la mano.

**MADE IN SPAIN**

**Diseñado y fabricado 100% en España**

Solter\* es uno de los principales fabricantes de Inversores en el Mundo con una producción anual de más de 30.000 Inversores manuales, con representación en los 5 continentes y presencia en más de 60 Países.




La tecnología **EFFICIENT DESIGN**, permite reducir las pérdidas energéticas por calor, mejorando el ciclo de trabajo y reduciendo el consumo energético.

SOLTER ES Nº1 EN INVERSORES DE SOLDADURA EN ESPAÑA

Los equipos SOLTER\* con tecnología CEL, tienen un voltaje en vacío de 80V a 92V, según modelo, permitiendo un arco de soldadura excelente, aportando una facilidad de uso para electrodos cel, tipo 6010 y 6011 superios, mejorando al mismo tiempo de forma importante la soldadura con electrodos revestidos más habituales como el 6013 o el 7018.



Foto: www.digitalunion.osu.edu

*La creatividad no tiene límites, y mucho menos, cuando los departamentos de diseño cuentan con este tipo de herramientas.*

La impresión 3D multimaterial ha posibilitado también, el desarrollo de prototipos complejos (compuestos por dos o más materiales), en un solo paso, mediante la inyección o el uso de varios materiales a la vez (hasta 14) por pieza impresa. Este concepto está revolucionando la industria, ya que los departamentos de diseño pueden jugar a mezclar varios materiales digitales hasta conseguir la pieza que más se adapte a su idea de producto final. De hecho la versatilidad de la máquina permite que en un mismo proceso y si la pieza no tiene dimensiones muy grandes, se pueda imprimir un mismo prototipo con varios materiales o varios diseños de un mismo producto.

Según lo señala Zenki Komori, se ha demostrado que las compañías cuyos departamentos de diseño cuentan con esta herramienta de trabajo, incrementan notablemente sus capacidades creativas, ya que estas máquinas posibilitan la impresión de ideas directamente desde el software CAD, sin necesidad de largos procesos subsecuentes, ni largos tiempos de espera para tener el modelo entre sus manos, ya que la tecnología 3D, es más rápida que los procesos tradicionales de mecanizado, la de fundición de plásticos, aglutinado de polvo y la de estereolitografía.

Los industriales por su parte, han visto en la impresión 3D multimaterial, la posibilidad de crear prototipos de alta calidad, precisión y fidelidad, con ahorros de tiempo, dinero y mano de obra, entre otras ventajas, además de las relacionadas con la reducción de errores de manufactura y la confidencialidad.

En la actualidad se crean prototipos para realizar marketing de productos, así como para experimentar y evaluar las propiedades y parámetros de productos que serán lanzados al mercado. Sus principales aplicaciones se remontan a la creación de componentes funcionales para ensamblar electrodomésticos, automóviles y una amplia variedad de máquinas, herramientas y dispositivos.

También se crean prototipos de carcasas o cubiertas para aparatos electrónicos y electrodomésticos en general, así como juguetes y/o partes de los mismos. La tecnología actual posibilita también, el desarrollo de prototipos para aplicaciones médicas, odontológicas, instrumentos de investigación para el área de la salud, elementos de seguridad ocupacional entre otros.

En la industria metalmecánica, por ejemplo, estas máquinas se están utilizando sobre todo para realizar prototipos con los que se harán moldes. Dichos modelos se usan en la fabricación o procesos de moldeo por vaciado, termoformado, vulcanizado e inyección.

## Recomendaciones a la Hora de Elegir

Según los expertos, la selección de un sistema de impresión 3D, debe realizarse teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Determinar para qué se quiere un prototipo, es decir, si se necesita para probar en él, temas relacionados

con funcionalidad, diseño, resistencia entre otros.

- Se debe establecer también, el tipo de prototipo y el tamaño del mismo, ya que este aspecto es determinante a la hora de escoger una impresora 3D de escritorio o una de tipo industrial.
- El tipo de material que en el que se debe hacer el prototipo, también es importante, ya que de acuerdo al modelo y a la referencia, las impresoras utilizan uno u otro tipo de material. Es preciso saber si el prototipo va a ser impreso en materiales rígidos o flexibles, y transparentes u opacos. Es necesario aclarar que este aspecto sólo aplica para las impresoras de un solo material, ya que las impresoras 3D multimateriales, no representan ningún inconveniente en la inyección de varios tipos de resinas de modelado.

Diversas empresas en el mundo, están desarrollando prototipos para garantizar la calidad de sus productos y evitar de esta forma, pérdidas de dinero, tiempo y confiabilidad. Otras por su parte, se han dedicado a ofrecer servicios de prototipado, por lo que se ha generado una oportunidad de negocio en este sector, aún incipiente dentro del mercado nacional. ▲

### Citas

- 1) Un archivo .STL describe un modelo por medio de la superficie que lo encierra (BRep) con carácter aproximada, pues la descompone en pequeños triángulos definidos cada uno por sus tres vértices y un vector unitario normal al plano del triángulo que define si la superficie es interior o exterior, los cuatro vectores son especificados por doce coordenadas espaciales debidamente referenciadas a un origen común. Tomado de Manufactura por Capas: Prototipado Rápido, JUAN G. ARDILA M. Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. jgardila@unalmed.edu.co

### Fuentes

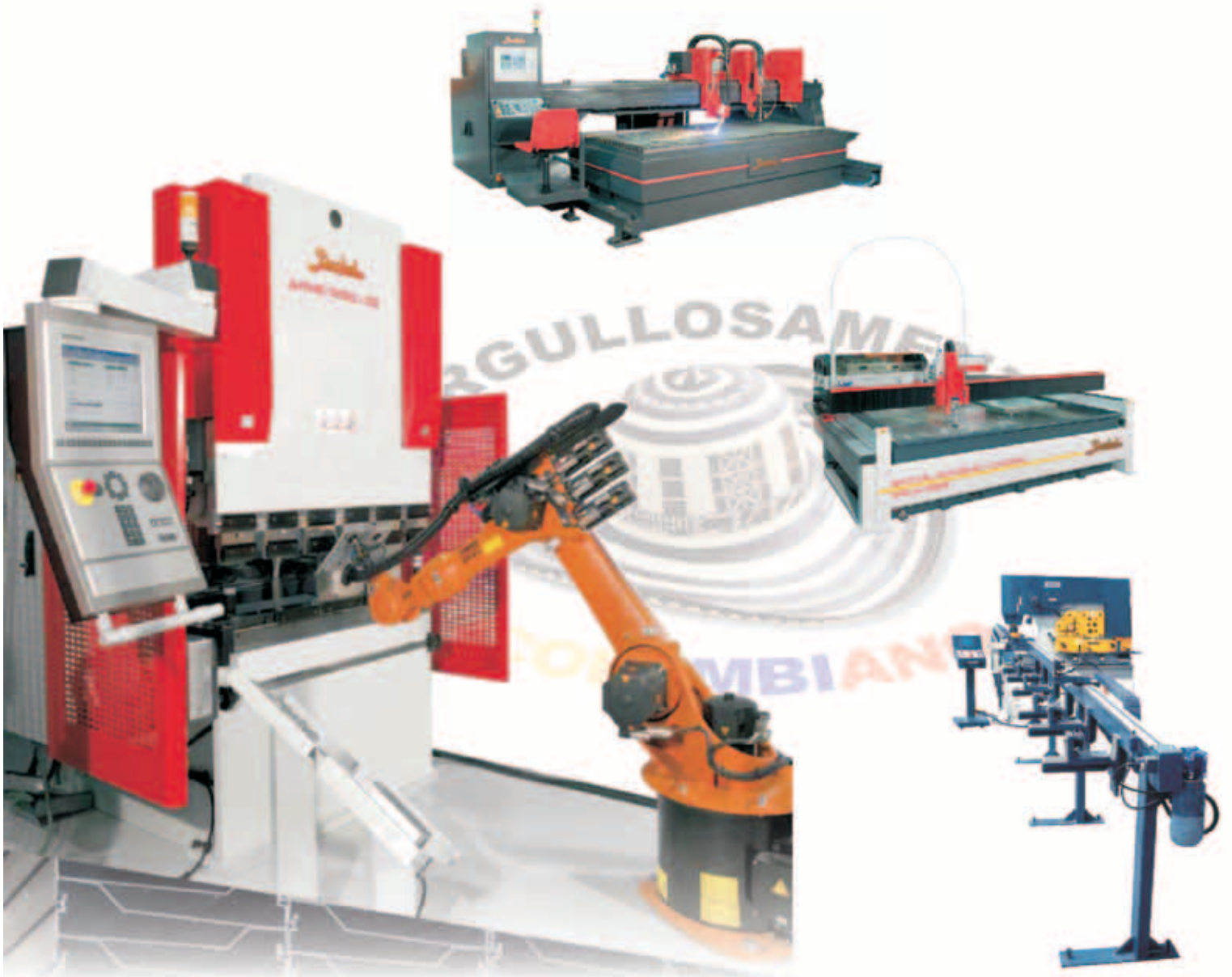
- Zenki Komori. Region Manager Objet Geometries. México, Distrito Federal. zenki.komori@objet.com
- Yael Copper. Marketing /& Business Development Manager Objet Geometries Ltd. yael.cooper@objet.com
- Lina Amaya. Ingeniera de Aplicaciones Imocom. lamaya@imocom.com.co





# GEMINI

Maquinaria & Servicios Industriales



## SOLUCIONES PARA EL SECTOR METALMECANICO Y MADERERO

Carrera 27 No. 12B - 56 Int. 1  
PBX: (571) 277 8688/30  
Bogotá, D.C. - Colombia

Calle 77 C Sur No. 45-37 Ofc 204  
PBX: (574) 378 0878 - 288 6972  
Sabaneta - Antioquia

Carrera 18A Sur No. 2 - 68  
PBX: (572) 553 9468  
Jamundi - Valle

[info@gemini.com.co](mailto:info@gemini.com.co) - [www.gemini.com.co](http://www.gemini.com.co)