

# ARTÍCULO

## **PROTOTIPADO RÁPIDO: UN ENFOQUE ALTERNO PARA PRODUCIR ARQUITECTURA**

*Mtra. Irma Luz soler Riva Palacio*

*Profesor tiempo completo área CAD Departamento de Arquitectura.  
Universidad Iberoamericana.*

*irma.soler@uia.mx*

*<http://www.arqdis.uia.mx/PROFESORES/irma.html>*

## PROTOTIPADO RÁPIDO: UN ENFOQUE ALTERNO PARA PRODUCIR ARQUITECTURA

### Resumen:

El prototipado rápido es una tecnología que permite obtener modelos físicos de modelos digitales diseñados con programas 3D para su análisis de forma, función, control de costos y tiempos. Poco a poco los arquitectos han ido adoptando esta tecnología para enriquecer sus diseños y jugar con geometrías complejas.x

**Palabras clave:** prototipado rápido, superficies complejas, cad/cam

### Abstrac:

The fast prototipado one is a technology that allows to obtain physical models of digital models designed with programs 3D for its analysis of form, function, control of costs and times. Little by little the architects have been adopting this technology to enrich their designs and to play with complex geometries.

**Keywords:** prototipado fast, complex surfaces, CAD/cam

## INICIO

### *El uso de las herramientas digitales dentro de arquitectura*

En la mayoría de los casos los programas de diseño para computadora se han utilizado como una herramienta para poder visualizar los espacios y los edificios diseñados antes de ser construidos para tener una idea más clara de lo que se plantea y poder cambiar detalles o corregir errores.

El diseño asistido por computadora promueve la investigación y el desarrollo de tecnologías que ayuden a hacer todos estos nuevos proyectos posibles y reales y se convierten en un reto para crear nuevas soluciones estructurales.

El generar los proyectos con un diseño asistido por computadora ha liberado el proceso de diseño en el sentido de creación de objetos complejos como son las superficies topológicas pudiéndolos adaptar sutilmente a terrenos accidentados y a su entorno en general. Como menciona Greg Lynn, que gracias al uso de software de animación, los arquitectos son capaces de bosquejar con cálculo,<sup>1</sup> esto ha dado pie a una transformación, mutación, cambio de las estructuras y geometrías haciéndolas flexibles, fluidas y elásticas.

Los nuevos modelos generados por la tecnología actual han logrado captar el interés de un gran público. Resulta un acierto la idea de verter los sorprendentes conocimientos científicos y técnicos en estos modelos celebrando el genio y la fortaleza del hombre en su lucha por dominar y transformar la naturaleza.

La imaginación y la creatividad siguen siendo parte del capacidad del artista, sin embargo si no se sabe aplicar la tecnología existente de nada serviría, así como tampoco nos sería útil el tener un manejo impecable de la tecnología donde no existiera ese talento para aterrizar cualquier proyecto a la realidad.

La implementación de métodos de diseño, verificación, validación, evaluación y configuración de bases de datos inteligentes tanto para el desarrollo de un proyecto, así como el de su visualización dinámica (apoyados en los softwares competentes), son herramientas muy poderosas que bien utilizadas resuelven problemas de una forma eficaz y sencilla. Su objetivo es contribuir al desarrollo del estudio y de la investigación para promover y facilitar el acceso a servicios y recursos satisfaciendo las necesidades de un proyecto. Al mismo tiempo que convierte los sitios en espacios comprensibles y tangibles para el diseñador mismo o bien para alguien ajeno a dicho proyecto como es el caso del cliente.

Al utilizar un sistema de desarrollo de proyecto asistido por computadora se usa un sólo lenguaje en donde el proceso de diseño se vuelve legible para todos los que participan en su elaboración, facilitando y optimizando la ejecución del proyecto mediante la colaboración del desarrollo del modelo. Se convierte en una herramienta de análisis en todas estas áreas que participan, desde el diseño mismo, así como cualquier tipo de ingeniería o instalación, y que, de una forma virtual, se pueden obtener simulaciones y visualizaciones casi reales aproximándonos así a lo que se verá reflejado en el producto final.

Pero estas visualizaciones de los objetos tridimensionales ya no son suficientes y están saltando directamente de las pantallas a nuestras manos en modelos físicos, esto mediante el proceso del prototipado rápido, que ha sido usualmente utilizado por los diseñadores industriales, y ahora poco a poco se ha ido adoptando para el proceso del análisis del diseño arquitectónico.

---

<sup>1</sup> Fear, Bob. Architecture + Animation. Architectural Design. Vol. 71 no. 2. London: John Wiley & Sons Limited, April 2001

## **Desarrollo**

### **Antecedentes del prototipado rápido**

A lo largo de la historia, el hombre ha tenido siempre el deseo por una expresión individual de lo que produce, por lo que ha buscado eficiencia en las tecnologías para producir sus objetos. Al inicio las máquinas eran limitadas, inflexibles y torpes, pero conforme las necesidades de realizar objetos con geometrías más complejas se demandaban, estas máquinas se fueron desarrollando y afinando. Esto permitió una mayor precisión en la fabricación piezas y una producción repetitiva de éstas, dando origen a lo que se conoce como la producción en masa.



### **Herramientas tradicionales**

Conforme estas técnicas evolucionaron se vieron muy relacionadas con el diseño asistido por computadora dando origen al proceso de CAD/CAM (diseño asistido por computadora / manufactura asistida por computadora).

### **CAD / CAM**

“La rápida creación de prototipos es tal vez la competencia más valiosa y esencial a la cual una compañía innovadora pueda aspirar...”<sup>2</sup>

El CAD/CAM ha abierto una amplia gama de vocabulario de diseño que está cambiando la forma de producir arquitectura y diseño. Han surgido nuevos enfoques a partir de la evolución de las herramientas tecnológicas que permiten una mayor calidad y precisión en el diseño anteriormente difícil de lograr.

---

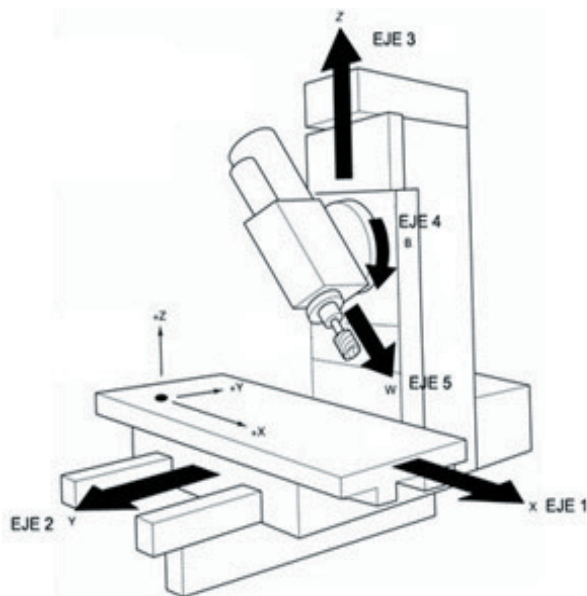
<sup>2</sup> Willy Müller. The metapolis dictionary of advanced architecture. Barcelona: Actar, 2003 pág 502

La creación de prototipos, resultados del proceso CAD / CAM, permiten una interacción más íntima entre diseño, el análisis y la producción dando como resultado una mejor gestión y eficacia en la manufactura del producto final así como una reducción en los costos en la producción. Otra ventaja es la facilidad de la producción en serie de un mismo objeto.

## \_-----Objeto

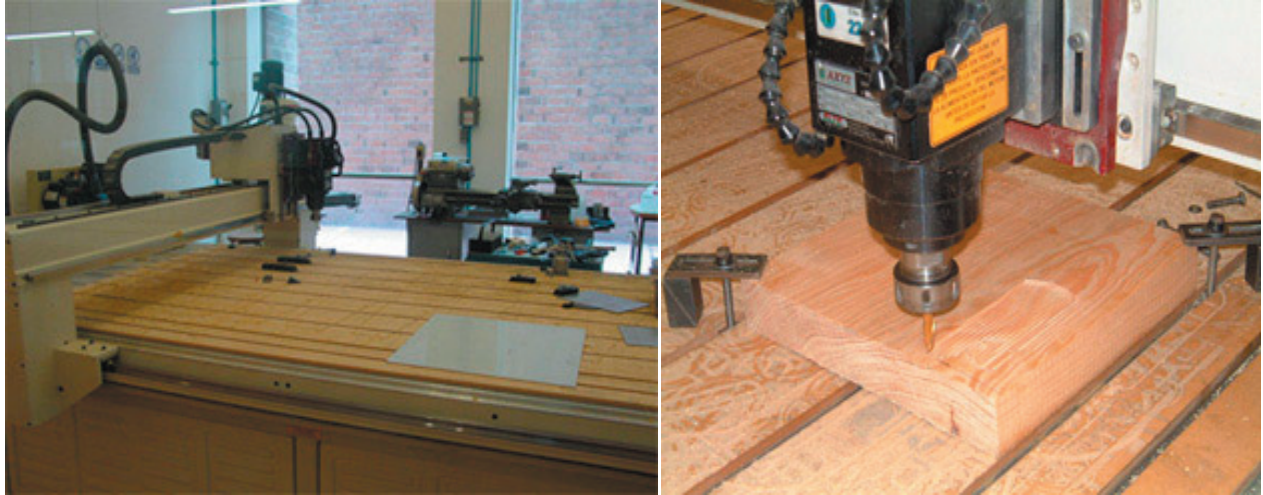
Existen distintas máquinas para llevar a cabo el proceso del prototipado rápido, entre las más conocidas está el router de CNC (computadora de control numérico). Aquí el proceso va a partir del modelado de objetos en programas como AutoCAD, Rhino y FormZ y ya más especializados como CATIA, ProEngineer y Solid Works. Posteriormente estos archivos se llevan a programas con capacidades de manufactura como MasterCAM para que se traduzcan en información para los routers de CNC. Lo que hacen estos programas es generar un código "G" que indica el movimiento y la dirección en que debe pasar la broca para cortar o hacer relieves sobre el material. Estas máquinas pueden tener varios ejes que significan lo siguiente:

- 2 ejes, el cabezal con la broca únicamente se mueve en dirección "x" y "z"
- 3 ejes, el fresado básico, se mueve en "x", "y" y "z"
- 4 ejes, un cabezal indexado
- 5 ejes, un cabezal indexado con pivote hacia arriba y hacia abajo



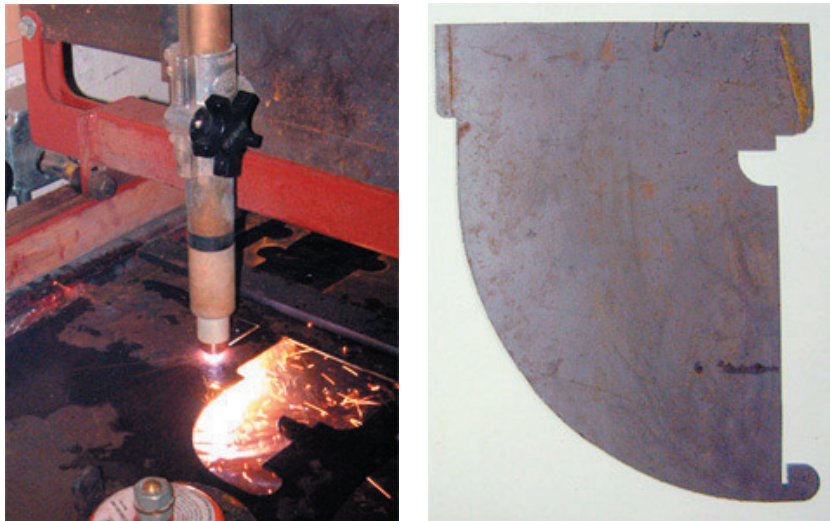
## Ejes de CNC

Para entender el funcionamiento de los ejes, el brazo robótico de control numérico de 5 ejes del laboratorio de medios digitales de la Escuela de Arquitectura de Yale es un buen ejemplo.



Router de 3 ejes. Taller de Diseño Industrial. Universidad Iberoamericana

Otras máquinas que son usuales en este terreno son: la cortadora láser, la cortadora de plasma y la cortadora de agua. Estas máquinas permiten cortes precisos en distintos tipos de materiales como madera, acero, cartón y en distintos espesores. A diferencia del router anteriormente mencionado, los cortes de los vértices son exactos, ya que debido a que el router corta con brocas, ningún ángulo podrá quedar recto, siempre tendrá el diámetro de la broca que se utilice para cortar a diferencia de la exactitud del láser o del agua que si dimensión de corte es sumamente pequeña.



Cortadora de plasma

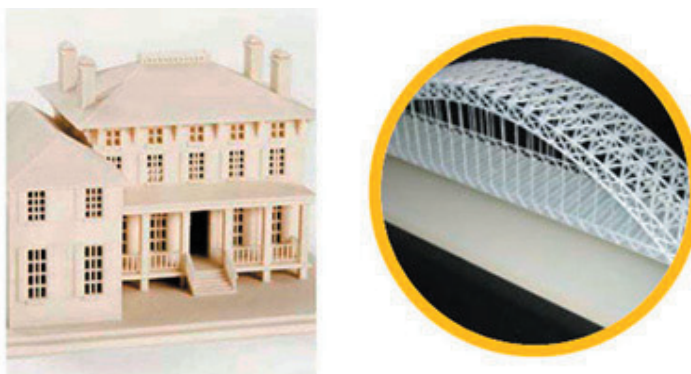


Cortadoras láser. Departamento de Arquitectura. Universidad Iberoamericana

Dentro de esta familia de herramientas y procesos también se tiene la estereolitografía, en donde una resina se convierte en un polímero sólido a través de la exposición de rayos UV.

Otro proceso para fabricar prototipos es mediante las impresoras 3D. Este proceso se basa a partir de métodos aditivos que van generando capas secuenciales de materiales solidificantes. A este proceso también se le llama fabricación de sólidos de forma libre. El resultado son modelos útiles para conceptualizar objetos complejos que son difíciles de visualizar en un modelo digital. Los materiales comúnmente utilizados son los polímeros plásticos, el ABS, entre otros. Dentro de las compañías que se dedican a la fabricación de estas impresoras está Zcorp y Stratasys

En el siguiente video<sup>3</sup> se podrá observar el proceso para mandar un archivo hasta la impresora 3D, el procedimiento que sigue para el fabricando la pieza y tiempos de generación.



Objetos realizados por la impresora 3D Zcorp

Cabe mencionar que aunque se le conozca al proceso como prototipado rápido, este proceso puede tardar varias horas, incluso hasta días en producirse, sin embargo de cierta manera es relativamente rápido el resultado que se puede obtener de este prototipo comparándolo si se fabricara con herramientas tradicionales.

<sup>3</sup> <http://www.zcorp.com>

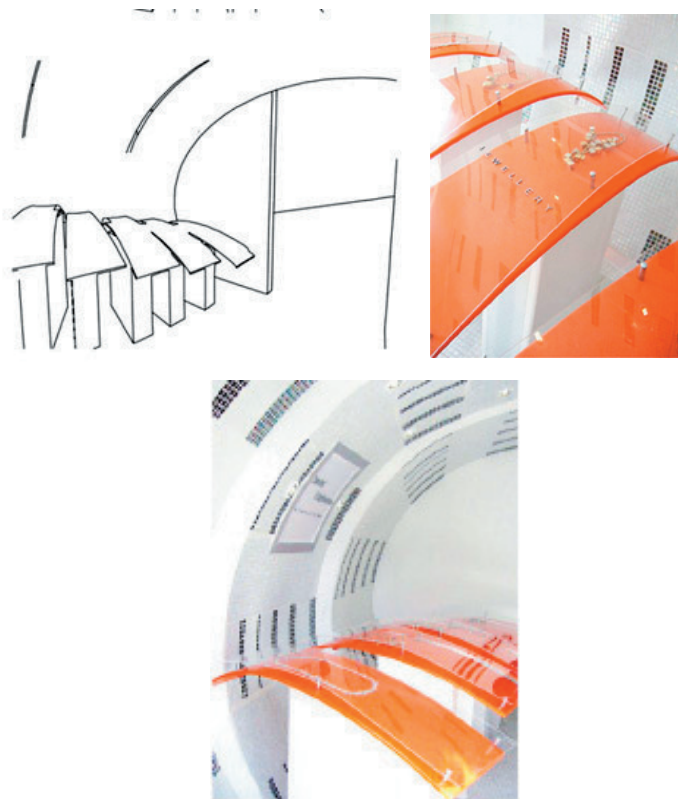
## **Formas arquitectónicas complejas**

Los programas para modelado tridimensional permiten al arquitecto experimentar con formas generadas a partir de geometría compleja. Esto da como consecuencia la creación de formas libres y orgánicas dentro de la propuesta arquitectónica. Un factor que se puede obtener de estos modelos es la preconcepción de la manufactura de éstos, pudiendo tener salida a archivos compatibles con los distintos equipos de prototipado rápido.

Varios despachos de arquitectos han apoyado su quehacer arquitectónico en esta tecnología de CAD/CAM como lo mencionaré a continuación.

### *Objeto*

De una manera muy básica, el prototipado rápido permite el corte de costillas como elementos guía para la fabricación de superficies regladas, permitiendo jugar con superficies curvas dentro de la propuesta conceptual. En este ejemplo del stand de joyería, se modelaron en Rhino las piezas soportantes y se cortaron en un router CNC en MDF. Ya colocadas in situ se recubrieron con tablaroca y mosaico veneciano. Los aparadores son piezas de corian termoformadas sobre una pieza previamente cortada en el router.



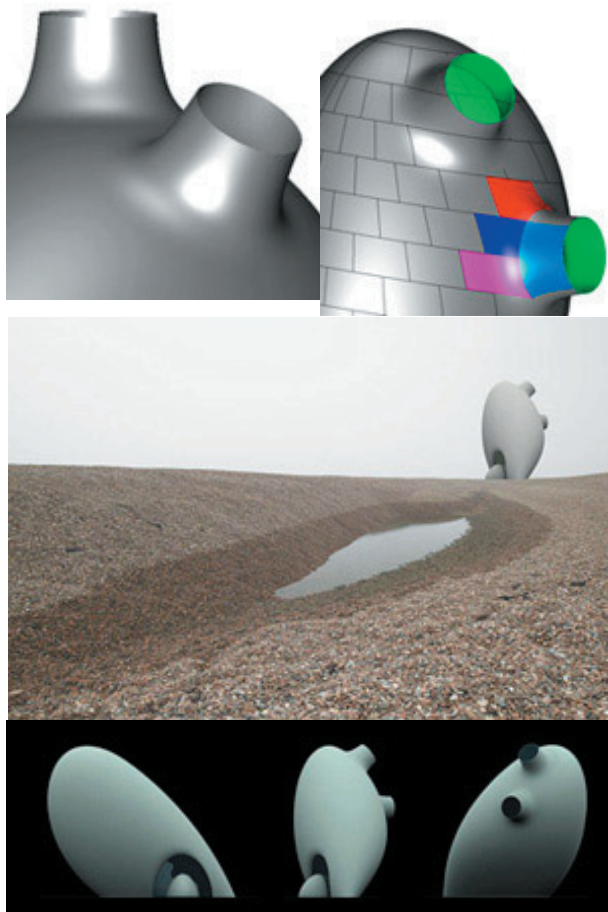
Stand de joyería Casa Mayor I-archi.net

En los siguientes ejemplos se muestran formas más complejas.

La compañía Texxus es una firma que ha adoptado esta tecnología de manufactura controlada por computadora. Utilizando programas de modelado avanzado y de producción, sus diseños han abarcado no sólo formas libres sino que también han hecho hincapié en el diseño de texturas tridimensionales.



Biblioteca Skipper: propuesta para ser fabricada con un recubrimiento de paneles de piedra de 40mm de espesor texturizados tanto en el interior como en el exterior. Con una altura de 38 metros, las piezas están diseñadas para no tener ningún tipo de costuras.



Biblioteca Skipper. Modelo digital, perspectiva y fachadas. © Texxus Limited

Otro ejemplo, en donde se adopta la tecnología CAD / CAM, es en el proyecto del "Cubo de agua", centro acuático nacional de Beijing, proyectado y construido por Arup junto con la firma de arquitectura PTW, CSCEC (Corporación de Construcción e Ingeniería de China) y el Instituto de Diseño de Shenzen CSCEC para inaugurarse en la Olimpiadas del 2008.<sup>4</sup>



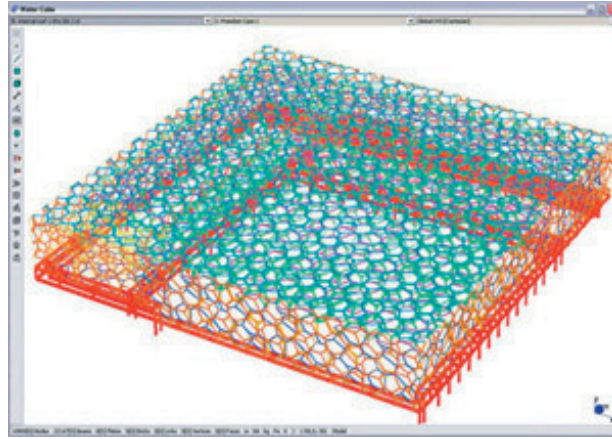
Cubo de agua, centro acuático nacional de Beijing

4 <http://www.arup.com/eastasia/project.cfm?pageid=1250>

## Prototipado rápido: un enfoque alternativo para producir arquitectura

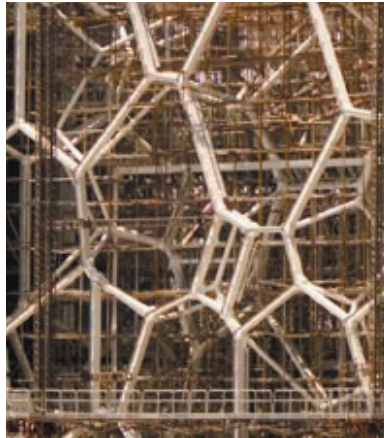
<http://www.revista.unam.mx/vol.8/num7/art52/int52.htm>

La estructura se basa en el concepto de células orgánicas a partir de la formación de burbujas de jabón. Para crear ésta se hizo un análisis para que toda la estructura pudiera funcionar como muros y techo, debía ser una estructura ligera y resistente a los sismos y que generara un diseño fluido y continuo.



<http://www.aecmag.com/index.php?option=content&task=view&id=36>

Para poder comprender mejor la estructura se fabricó un prototipo que permitiera entender su complejidad. El modelo físico se fabricó con polvo sinterizado de nylon y resina epóxica solidificada con un proceso similar al de la estereolitografía.



Estructura



Estructura recubierta

Esta estructura se recubre con una hoja acolchonada con propiedades de insulación, lo que permite una iluminación confortable y un control térmico (efecto invernadero)

### **Conclusiones**

Los prototipos pueden ser meticulosamente diseñados y probados para un mejor resultado cuando se diseñan formas complejas. El análisis de los prototipos que se hace en estos programas de modelado y análisis digital, permite la planificación de producción y cuantificación exacta de los materiales a utilizarse. De esta manera existe un impacto positivo en la gestión de obra y por otro lado comienza a haber una intención en la preocupación en el impacto ambiental, ya que mediante la inclusión del prototipado rápido dentro del proceso de diseño, permite tanto al equipo de trabajo como a los clientes, visualizar de manera física su producto final, hacer cuantificación de costos y tiempos; y dentro del proceso de construcción se tendrán visibles ahorros de tiempo de ejecución de obra y de menor desperdicio de materiales. Esta tecnología permite al quehacer arquitectónico apoyarse en métodos alternativos de construcción y así ampliar su creatividad.

## **Bibliografía**

Gausa, Guallart, Müller. The metapolis dictionary of advance architecture. Barcelona: Actar, 2003

Ferré, Hwang, Sakamoto. Verb natures. Barcelona: Actar,  
Schodek, Bechthold, Griggs. Digital Design and Manufacturing: CAD/CAM Applications in Architecture and Design. E.U.A.: John Wiley & Sons, 2004

Brownell, Blaine .Transmaterial: A Catalog of Materials that redefine our Physical . Environment. N.Y.: Princeton Architectural Press, 2006

Fear, Bob. Architecture + Animation. Architectural Design. Vol. 71 no. 2. London: John Wiley & Sons Limited, April 2001

URL:

<http://www.architecture.yale.edu/dmonline>

<http://www.arup.com/eastasia/project.cfm?pageid=1250>

<http://www.danwei.org/images/watercube.jpg>

<http://www.bentley.com.tw/images/story/building/A02.jpg>