



DIPLOMA DE ESPECIALIZACIÓN EN PROYECTO DE MOBILIARIO
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO - UDELAR

LA FABRICACIÓN DIGITAL COMO MEDIO PRODUCTIVO

Lic. DI. Sebastián Ruiz Díaz
Tutoría Arq. Flavio Morán

Montevideo - 03/10/2018

INDICE

1.	Introducción y contexto general	4
2.	Los términos y las tecnologías disponibles en el mercado local	7
3.	La Fresa	10
3.1	Historia	10
3.2	CNC 2D	11
3.3	Código G	13
3.4	CNC 3D	14
3.5	La herramienta de corte	16
3.6	CNC 5D	16
3.7	Materiales	17
3.8	Maquinaria	17
4.	Haz de Luz	19
4.1	Historia	19
4.2	El láser	21
4.3	Láser 2D	23
4.4	Corte láser por fibra	26
4.5	Láser 3D	27
4.6	Materiales	28
4.7	Maquinaria	29
5.	Capa a Capa	30
5.1	Historia	30
5.2	Impresión 3D	31
5.3	Procesos	32
5.3.1	Estereolitografía (SLA)	32
5.3.2	Sinterizado láser (SLS o SLM)	34
5.3.3	Deposición fundida (FDM)	36
5.3.4	Inyección de aglutinante o Binder Jetting (BJ)	38
5.4	Resultados consecuentes de esta tecnología	39
5.5	Impresión 3D de casas	40
6.	El Agua	42
6.1	Historia	42
6.2	El waterjet	43
6.3	Corte 2D	45
6.4	Corte 3D	46
6.5	Materiales	47

6.6	Maquinaria	47
7.	Estudios de Casos	49
7.1	Sámago - Lego Chair (Fresado CNC)	49
7.2	Elemento - Street Fighter (Corte Láser)	54
7.3	Sebastián Granotich - OVI (Impresión 3D)	59
7.4	Surdico - Poltrona Skandinavia (Waterjet)	64
7.5	Dirk Vander Kooij - Chubby Chair (Impresión 3D)	69
8.	Conclusiones	74
9.	Crédito de imágenes	75
10.	Bibliografía	78

1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO GENERAL.

El presente trabajo pretende abordar las tecnologías de fabricación CAD-CAM para el desarrollo y producción de objetos, las consideraciones a tener en cuenta para el diseño de los mismos, las posibilidades en el medio local y un enfoque específico hacia el mobiliario.

Las tecnologías CAD-CAM¹, actualmente llamadas tecnologías o técnicas de fabricación digital, a las que se hará referencia serán: el fresado CNC² 2D/3D, el corte y grabado láser, impresión 3D y el corte waterjet. Todas estas técnicas parten de un mismo lugar, un archivo digital CAD, generado en una amplia gama de software, desde los más sencillos a los más complejos. Todas estas técnicas tienen sus pros y sus contras, sus limitaciones y sus posibilidades, pero cada vez son mayores los medios de creación y las libertades de diseño que luego pueden verse fácilmente traducidas en objetos de la realidad. Debido a que hoy en día vivimos en un mundo altamente tecnológico, ha permitido que las técnicas de fabricación digital a nivel industrial avancen a un ritmo muy acelerado, desarrollando nuevas y mejores formas de producir objetos. El desarrollo del software para el diseño de objetos, crece en paralelo al de las técnicas de fabricación digital pero con dos públicos objetivos claramente identificables: el profesional de la industria y los consumidores. Esto hace que hoy en día podamos acceder a una impresora 3D, un láser, un CNC, un waterjet de tamaño doméstico, con ciertas limitaciones pero muy eficaces y fácilmente operable.



1. IMPRESORA 3D INDUSTRIAL - STRATASYS OBJET 1000.



2. IMPRESORA 3D DOMÉSTICA - ULTIMAKER FAMILY.

¹ CAD: Computer Aided Design (Diseño asistido por computadora / CAM: Computer Aided Manufacturing (Fabricación asistida por computadora)

² CNC: Control Numérico Computarizado

Todas estas tecnologías nos permiten **diseñar piezas de gran complejidad** imposibles de fabricar por técnicas tradicionales además de darnos la posibilidad de producirlas de modo unitario y no en masa. **El dominio de estas tecnologías nos modifica la manera de pensar y diseñar.** El prototipado rápido es una gran herramienta para realizar una vasta cantidad de verificaciones antes de llegar a nuestro producto final. Específicamente en el diseño de mobiliario estas tecnologías nos brindan la posibilidad de imprimirlos a escala, verificar proporciones, formas, texturas, ergonomía, etc. Hacen que **los tiempos y errores disminuyan** hasta llegar al producto final.



3. PROTOTIPADO 3D SILLAS HERMAN MILLER.

“One of the most satisfying things about the product design collections is that the techniques used for design and manufacture – and the production process between idea and result – is so much quicker than for architecture. This faster timeframe leads to greater opportunities for experimentation; particularly in the design of furniture and products for the home where we have the possibility to create real prototypes very quickly and we can immediately evaluate the design for performance and functionality.”

Maha Kutay, Director of Zaha Hadid Design.

“Una de las cosas más satisfactorias del diseño de producto es que tanto las técnicas utilizadas para diseñar como para fabricar (el proceso productivo entre la idea y el resultado final) son mucho más rápidas que en la arquitectura. Esta velocidad permite grandes oportunidades para la experimentación; particularmente en el diseño de mobiliario y productos para el hogar, donde tenemos la posibilidad de crear prototipos reales rápidamente; e inmediatamente poder realizar una evaluación del diseño en su desempeño y funcionalidad.”

El uso de estas técnicas de prototipado rápido se utilizan en campos muy variados como la medicina, la arquitectura, diseño industrial, aeronáutica, etc. pero el desarrollo de éste trabajo se centrara en el objeto, específicamente el mobiliario.

Se pretende demostrar como el uso y conocimiento de las tecnologías anteriormente mencionadas permiten diseñar y producir objetos de una manera diferente. Aportar estricto conocimiento sobre las diferentes técnicas y la posibilidad de discernir cual de ellas es la indicada para el desarrollo de un objeto en sí, según las necesidades de cada uno. Presentar la disponibilidad de éstas tecnologías en el medio local para su utilización.

2. LOS TÉRMINOS Y LAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN EL MERCADO LOCAL

¿Qué es el prototipado rápido?

El prototipado rápido es una técnica de fabricación de objetos por adición, sustracción o corte de materiales sin la necesidad de fabricación en masa. Ésta técnica permite realizar prototipos/productos de propiedades físicas similares a los realizados tradicionalmente por inyección o extrusión sin la necesidad de la fabricación de moldes de alto costo para productos que podrían cambiar su forma, tamaño, textura, materialidad, etc. Inicialmente las técnicas de fabricación digital se utilizaban únicamente para piezas de estudio (prototipos), hoy en día, dado el avance tecnológico en este ámbito, éstas técnicas se utilizan para la fabricación de productos finales, listos para su comercialización.

El término prototipado rápido, no hace referencia estrictamente a la velocidad con la que se realizan las piezas, dado que pueden ser procesos bastante lentos en sí. A lo que hace referencia es estrictamente a nivel económico, ya que se pueden realizar varias piezas a la vez con diferentes formas, mecanismos, texturas, etc. y una vez hecho el estudio correspondiente sobre ellas se pueden modificar y volver a producir sin la necesidad de fabricar moldes nuevamente.

Las técnicas de fabricación digital que forman parte del prototipado rápido son: corte y grabado láser, impresión 3D, mecanizado CNC 2D/3D y waterjet. Todas las tecnologías mencionadas se encuentran disponibles en el mercado local, generalmente dentro de empresas que requieren de éste tipo de maquinaria para alguno de sus procesos internos pero también brindan el servicio de su uso para cualquier otro tipo trabajo externo de particulares.

En el medio local se encuentran disponible dos lugares con algunas de dichas tecnologías reunidas en un mismo lugar para la experimentación y realización de prototipos como lo son el Laboratorio de Prototipado 3D de la Universidad ORT y el Laboratorio de Fabricación Digital Montevideo (LabFabMVD) de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo.



4. LABORATORIO DE PROTOTIPADO 3D - UNIVERSIDAD ORO URUGUAY.

A nivel internacional las oportunidades son diferentes ya que los mercados son más amplios y tienen mayor disponibilidad tecnológica, sobre todo a nivel de prototipado rápido ya que en el primer mundo, sobre todo en Estados Unidos, ellos mismos son los desarrolladores de éstas nuevas tecnologías. El lugar más importante a nivel mundial, que reúne todo esto, se encuentra ubicado en la costa de San Francisco (Estados Unidos) y pertenece a una de las empresas más importantes en el desarrollo de software CAD como lo es Autodesk.

Autodesk Pier 9 Technology Center es el lugar que alberga la mayor y mejor cantidad y calidad de maquinaria disponible para el desarrollo del diseño y fabricación 3D.



5. CNC DE 5 EJES - AUTODESK PIER 9

"The Pier 9 Residency Program gives creatives, innovators, and manufacturers a chance to work with us in our advanced digital fabrication workshops at Autodesk. Our residents explore every stage of the process of making things, from digital model to real-world physical objects. Together, we're discovering ways to advance 3D design and fabrication technologies, to change design, engineering, and manufacturing as we know it."

Extracto de la pagina web oficial Autodesk Pier 9.

“El Programa de Residencia de Pier 9 le brinda a creativos, innovadores y creadores la posibilidad de trabajar con nosotros en nuestro taller avanzado de fabricación digital en Autodesk. Nuestros residentes exploran cada etapa del proceso de crear elementos, desde el modelo digital al objeto físico del mundo real. Juntos, estamos descubriendo nuevas maneras para que el diseño 3D avanzado y las tecnologías de fabricación, cambien el diseño, la ingeniería y la fabricación tal como la conocemos.”

3. LA FRESA

3.1 Historia

El control numérico (NC) es un sistema de automatización de maquinarias, donde antiguamente de manera manual se programaban a fin de que realizaran ciertas operaciones y se almacenaban en cintas de papel perforados para que posteriormente esa información pudiera ser procesada de manera automática.

El NC nace en la década de 1940' cuando en el transcurso de la segunda guerra mundial el ingeniero John T. Parsons y Frank Stulen desarrollaron una fresadora controlada por una tarjeta perforada a la que le adaptaron una máquina de contar IBM. De esta manera, pudieron desarrollar y fabricar las hélices para las aeronaves de la Fuerza Aérea de Estados Unidos que antiguamente eran fabricadas en madera para pasar a fabricarlas de manera más precisa y resistente, además de realizarlas en serie, en metal. A partir de éste momento, Parsons, comenzó a realizar una gran cantidad de proyectos para la Fuerza Aérea donde luego comenzó a trabajar con el MIT a partir de 1949. en este lugar fue donde desarrollo el primer prototipo experimental del CNC, que logro finalizar en 1953.

El CNC (Control Numérico Computarizado) comienza a tomar mayor impulso en la industria a medida que la tecnología de las computadoras se fueron desarrollando, haciéndose más potentes e inteligentes, además de irse reduciendo en tamaños y costos. Al igual que el NC, hay una programación por parte de una persona pero en vez de ser a través de un perforado en una cinta de papel donde las modificaciones son muy complejas se paso a realizar estas programaciones en una computadora donde las posibilidades de modificar un código son más sencillas y las precisiones son mayores.



6. PRIMER MÁQUINA DE FRESADO CNC.

Cuando hablamos de mecanizados o fresados CNC, estamos hablando de un proceso de desbaste de un material por diferentes herramientas rotativas de corte. La automatización de éstas herramientas hacen que la computadora pueda saber las distancias relativas en todos sus ejes entre la herramienta de desbaste y el material a procesar. El diseñador o ingeniero a cargo de la programación del código deberá ser capaz de traducir por medio de programas CAD-CAM el movimiento de la herramienta de corte sobre el material en todos sus ejes XYZ.

3.2 CNC 2D

El fresado 2D, es el mecanizado más básico que una fresadora hoy en día puede realizar. Hablamos de mecanizado 2D cuando la maquina es capaz de trasladarse en dos ejes a la misma vez (XY - eje horizontal y vertical en el plano horizontal). Éste método es utilizado preferentemente en la industria de la madera para la realización de piezas que salen a partir de placas (elementos laminares). A través de éste método, se pueden realizar piezas más complejas y precisas , y de manera más rápida que por los metros de fabricación tradicional, donde todo el desplazamiento de la herramienta sobre el material lo realiza el hombre de manera manual apelando a su destreza y habilidad con la misma.

Un router de fresado 2D generalmente está compuesto por una mesa fija, la cual determina el máximo de mi pieza en ambos ejes y que corresponden a los ejes X e Y de la máquina. Existen varios tipos de mesas, las cuales nos permiten diferentes tipos de fijación de las piezas a procesar sobre ellas. Una posibilidad es con un método de succión por vacío, donde la mesa por medio de una succión de aire, fija la pieza a la mesa para poder desbastarla. Otra posibilidad es por medio de bridas, elementos de fijación mecánica que apresan la pieza contra la superficie de la mesa.

Por otra parte se encuentra el husillo, el cual es el elemento que porta la herramienta de corte. Esta pieza es la que se desplaza en los tres ejes, XY en el plano horizontal y Z en el plano vertical. El corte puede ser total o parcial (bajo relieve) según el diseño programado. En todos los casos el diseño para este tipo de piezas se realiza por medio de un software vectorial o CAD (CorelDrawn, Adobe Illustrator, AutoCad). La particularidad de estos programas es que manejan el idioma CAD, el cual corresponde a una serie de fórmulas matemáticas que determinan donde empieza y donde termina un linea, como se determina curva, etc. con respecto a un origen 0, 0, 0 correspondiente a los ejes XYZ. Todo éste lenguaje no lo veremos hasta que el diseño terminado se traslade al software específico de la máquina, el cual es un software CAM. El mismo, traducirá el lenguaje CAD en el cual trabajamos a lenguaje CAM, que es el que interpretará la máquina para realizar los movimientos correspondientes para poder ejecutar el diseño realizado. El código generado es el correspondiente al llamado Código G.



7. EJEMPLO DE FRESADO 2D. (MESA CON MÉTODO DE SUJECIÓN POR BRIDAS)

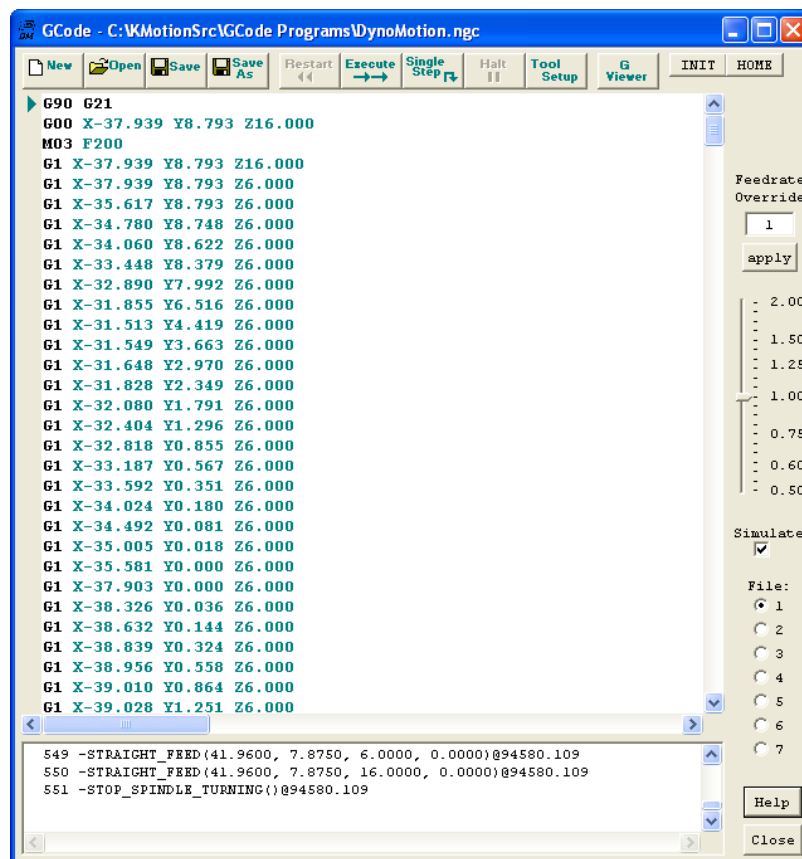
“Through advancements in technology the CNC process is becoming more readily available for production and no longer limited to just prototyping, tooling or even limited editions”

Brodie Neill - Fundador de Made in Ratio.

“Debido a los avances tecnológicos, el proceso de mecanizado CNC se ha vuelto cada vez más disponible para la producción real de objetos y no mas únicamente para prototipos o ediciones limitadas de productos”

3.3 Código G

Éste código contiene todas las especificaciones correspondientes para que la máquina funcione de manera adecuada para realizar la pieza deseada. Aquí podremos ver lo siguiente: desplazamientos en los ejes X e Y, desplazamientos en el eje Z, velocidad de desplazamiento en el eje X e Y, velocidad de desplazamiento en el eje Z, velocidad de rotación del husillo, cuando se prende y cuando se apaga el husillo. Visualmente, el código se verá como un archivo .txt con varias líneas de texto donde cada una de ellas corresponde a una acción determinada, por ejemplo: los desplazamientos horizontales comenzarán con el nombre del eje (X o Y) y el numero correspondiente de coordenadas, los desplazamientos verticales comenzarán con el nombre del eje (Z) y el numero correspondiente de coordenadas, antes de los desplazamientos siempre encontraremos una línea de texto correspondiente a las velocidades de desplazamiento encabezando la línea con la letra F (Feed Rate) y un número correspondiente a la velocidad en mm/min, antes de cualquier acción veremos el código G1 correspondiente a la orden de desplazarse, M3 corresponde a encender el husillo, M1 corresponde a apagar el husillo, etc.



```
G90 G21
G00 X-37.939 Y8.793 Z16.000
M03 F200
G1 X-37.939 Y8.793 Z16.000
G1 X-37.939 Y8.793 Z6.000
G1 X-35.617 Y8.793 Z6.000
G1 X-34.780 Y8.748 Z6.000
G1 X-34.060 Y8.622 Z6.000
G1 X-33.448 Y8.379 Z6.000
G1 X-32.890 Y7.992 Z6.000
G1 X-31.855 Y6.516 Z6.000
G1 X-31.513 Y4.419 Z6.000
G1 X-31.549 Y3.663 Z6.000
G1 X-31.648 Y2.970 Z6.000
G1 X-31.828 Y2.349 Z6.000
G1 X-32.080 Y1.791 Z6.000
G1 X-32.404 Y1.296 Z6.000
G1 X-32.818 Y0.855 Z6.000
G1 X-33.187 Y0.567 Z6.000
G1 X-33.592 Y0.351 Z6.000
G1 X-34.024 Y0.180 Z6.000
G1 X-34.492 Y0.081 Z6.000
G1 X-35.005 Y0.018 Z6.000
G1 X-35.581 Y0.000 Z6.000
G1 X-37.903 Y0.000 Z6.000
G1 X-38.326 Y0.036 Z6.000
G1 X-38.632 Y0.144 Z6.000
G1 X-38.839 Y0.324 Z6.000
G1 X-38.956 Y0.558 Z6.000
G1 X-39.010 Y0.864 Z6.000
G1 X-39.028 Y1.251 Z6.000

549 -STRAIGHT_FEED(41.9600, 7.8750, 6.0000, 0.0000)@94580.109
550 -STRAIGHT_FEED(41.9600, 7.8750, 16.0000, 0.0000)@94580.109
551 -STOP_SPINDLE_TURNING()@94580.109
```

8. EJEMPLO DE VISUALIZACIÓN DEL CÓDIGO-G

3.4 CNC 3D

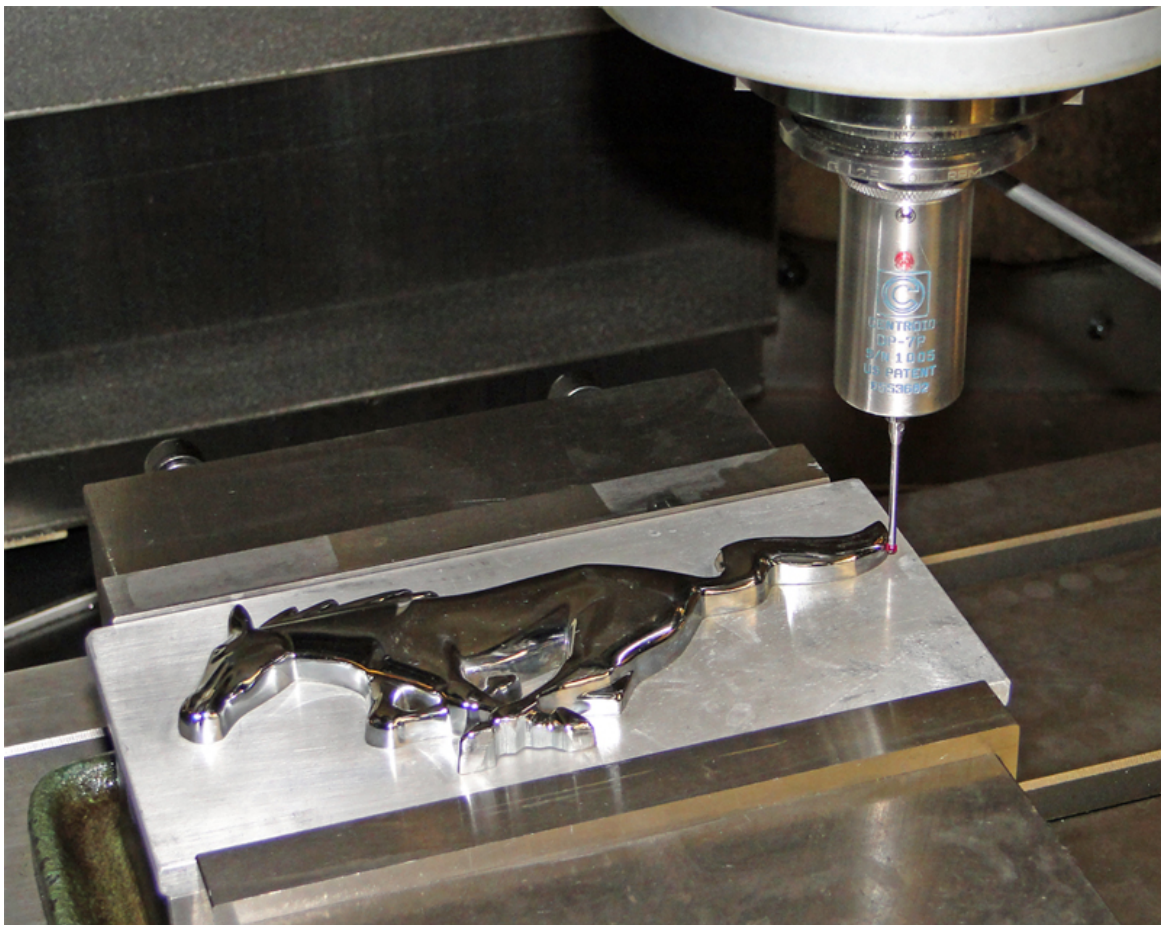
El mecanizado 3D a diferencia del 2D, permite realizar objetos volumétricos a partir de un archivo digital (CAD) modelado en 3 dimensiones. Esto se debe a que la computadora que controla la máquina de fresado tiene la capacidad de desplazarse en los 3 ejes cartesianos a la misma vez (XYZ).

Para el desarrollo de piezas tridimensionales, que son altamente más complejas que las diseñadas y fabricadas en dos dimensiones, es necesaria otra formación profesional del diseñador, ya que es necesario tener el conocimiento suficiente en diseño de software 3D y las capacidades productivas de la maquina a utilizar ya que esto determinará el diseño final de la pieza a construir.

"We are able to digitally sculpt each wooden element complete with its jointing detail direct from a fluid 3D digital surface".

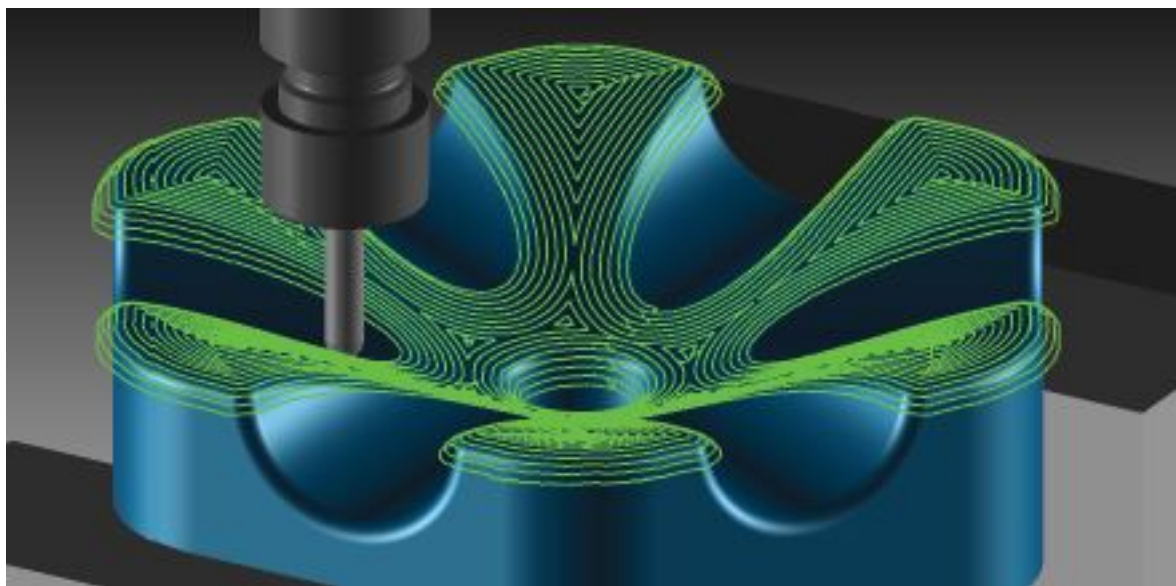
Brodie Neill - Fundador de Made in Ratio.

"Podemos esculpir digitalmente cada elemento de madera completo con sus detalles de unión directamente desde una superficie digital 3D".



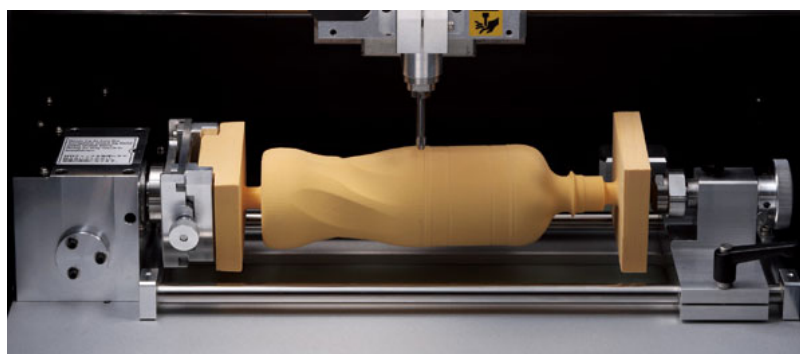
9. EJEMPLO DE PIEZA FRESADA EN 3D.

Algunos de los software CAD 3D a partir de los cuales se pueden lograr las geometrías posibles a fresar pueden ser paramétricos (Solidworks o Autodesk Inventor) o no (Autodesk 3ds Max, Rhinoceros, Autodesk Maya, Autodesk AutoCad, Sketchup). Luego de generado el diseño tridimensional en cualquiera de dichos programas se deberá importar ese archivo a un programa específico del tipo CAM (Surfcam por ejemplo) en el cual se deberá configurar y programar todos los pasos a seguir con la máquina para poder ejecutar adecuadamente la pieza. Éste tipo de software, contienen simuladores, donde nos permiten visualizar el recorrido que harán las fresas y como se ira desbastando el material hasta llegar al producto final, lo que hará posible visualizar posibles errores y poder corregirlos antes de enviar a la máquina. El tipo de software mencionado es el que luego de realizadas todas las simulaciones digitales generará el código-G correspondiente a nuestro trabajo para que la máquina lo ejecute.



10. EJEMPLO DE SIMULACIÓN DIGITAL EN SOFTWARE SURFCAM.

Algunas de las máquinas de fresado 3D tienen la posibilidad de convertirse en un torno cnc dado que vienen con una pieza que se fija a la mesa de trabajo, lo cual permite anular el eje Y de la máquina para convertirlo en el eje A (eje de rotación o de giro).

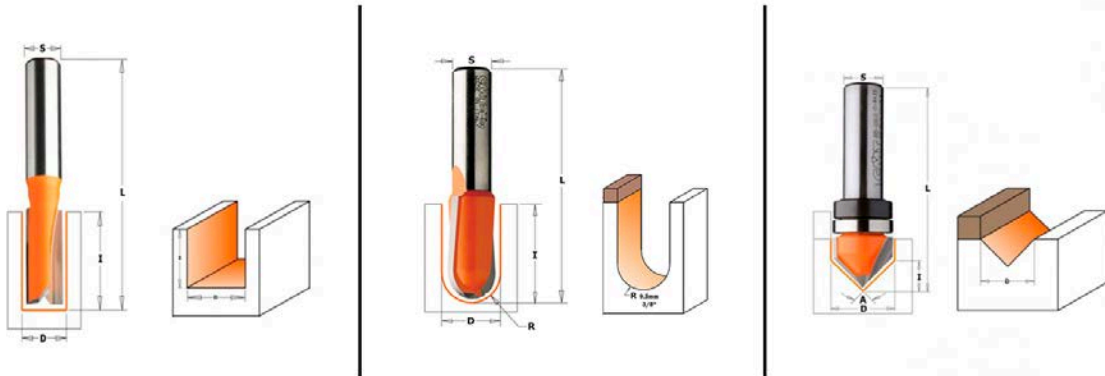


11. CNC 3D CON PIEZA DE EJE ROTATIVO.

3.5 La herramienta de corte

La herramienta que utilizan todos éstos tipos de máquina son las denominadas fresas. Son piezas metálicas, de revolución, con distintos labios de cortes, formas, tamaños, etc. Éstas herramientas son las que se colocan en el husillo, el cual las hace girar para así realizar el corte.

Hay tres grandes grupos de tipologías de fresas: rectas, redondas y en “v”.



12. FRESA RECTA / FRESA REDONDA / FRESA EN “V”.

3.6 CNC 5D

El CNC 5D o el mecanizado en 5 ejes, es el tipo de mecanizado más avanzado que podemos encontrar en la industria de alto nivel. A diferencia de los de 2 y 3 dimensiones, ésta máquina es fácilmente reconocible dado que es un robot de gran porte con forma de brazo, capaz de moverse en cualquier dirección al rededor de la pieza a trabajar. Para poder procesar éste tipo de objetos se necesita una formación muy especializada dada la complejidad para programar al robot para ejecutar a la perfección el diseño previsto.



13. CNC DE 5 EJES.

3.7 Materiales

Los materiales a utilizar en éste tipo de tecnología pueden ser muy variados pero deben de ser compatibles con la maquina que lo vaya a procesar.

En el caso del CNC 2D serán únicamente elementos laminares (placas de madera, plástico, metal, espuma, etc.). Para cada uno de ellos se necesitará utilizar, la fresa correspondiente a para cada uno de ellos y setear el motor del husillo a la velocidad en rpm correspondiente a cada material. Por otro lado se deberá tener en cuenta a la hora de programar el material a utilizar para determinar la velocidad de avance y entrada en el material. Únicamente en el caso del fresado de metales se deberá ir lubricando la pieza a medida que se va trabajando.

En el fresado tridimensional y de 5 ejes podrán ser tanto elementos laminares como volumétricos. La tipología de materiales y las especificaciones de programación serán iguales con en dos dimensiones. En el caso del fresado tridimensional pero con el eje rotativo, el material deber ser previamente preparada al igual que cuando se utiliza un torno manual.

3.8 Maquinaria

La maquinarias disponibles son muy variadas y avanzan constantemente a un ritmo muy acelerado al igual que cualquier otra tecnología. Igualmente la podemos separa en dos grandes grupos: Industriales y domésticas o de taller/estudio. Las diferencias entre ellas son las siguientes: costo, tamaño, velocidad productiva, posibilidades.



14. EJEMPLO CNC INDUSTRIAL.



14. EJEMPLO CNC DE ESCRITORIO.



15. GOLIATH CNC - ROBOT CNC SIN LIMITE DE TAMAÑO DE MATERIAL.

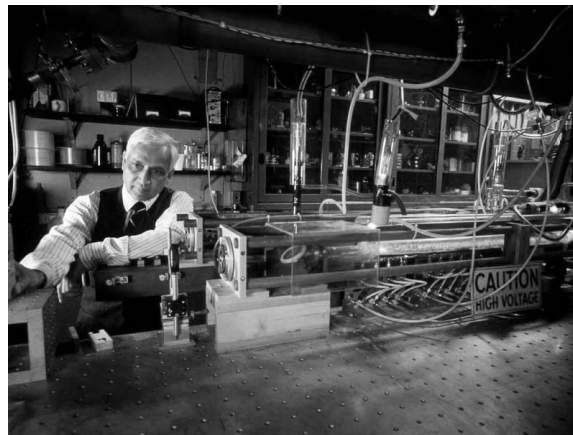
La disponibilidad de este tipo de maquinaria a no ser de 5 ejes se encuentran disponibles en el mercado local. Gran cantidad de carpinterías están incorporando CNC 2D para acelerar sus procesos productivos y disminuir los posibles errores además de lograr una mejor optimización de los materiales. A nivel tridimensional podemos encontrar en la Universidad ORT un CNC 3D con la capacidad de fabricar prototipos de pequeñas dimensiones (mesa de trabajo 50x60 cm y 10cm de alto máximo 7,5cm con la pieza rotativa).³

³ Ver estudio de caso - Lego Chair - Sámago - página 49

4. HAZ DE LUZ

4.1 Historia

La técnica de corte láser nace en el año 1964 en los laboratorios de Bell Labs, New Jersey, desarrollada por el ingeniero eléctrico Kumar Patel. La palabra “Láser” es un acrónimo de la lengua inglesa cuyo significado es: *“light amplification by stimulated emission of radiation”*; amplificación de luz por emisión estimulada de radiación. Existen varias tipologías de láser, pero específicamente la correspondiente a el corte de materiales utilizado durante mas de 50 años a nivel industrial es el láser de dióxido de carbono. El primer prototipo de esta categoría era capaz de tener una potencia de salida de solamente un mili vatio. Con la continua experimentación e investigación, se logro que en el año 1967 se construyeran láser de CO2 con una potencia superior a los mil vatios.



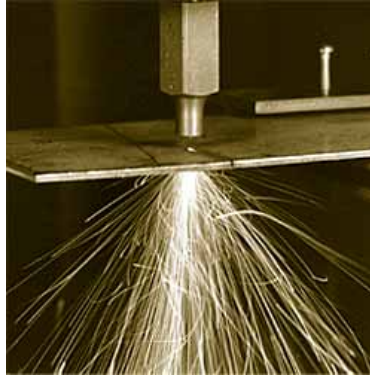
16. PRIMER LÁSER DE CO2

La primera aplicación comercial de esta técnica de corte data de mayo de 1967, cuando Peter Houldcroft del TWI (The Welding Institute) en Cambridge, Inglaterra, usó un haz de luz láser de CO2 asistido por oxígeno para cortar una placa de acero de 1 mm de espesor.

“With the development of higher power lasers it should be possible to cut thicker and different materials including non metals”

Peter Houldcroft - Deputy Scientific Director de TWI (The Welding Institute) e Cambridge.

“Con el desarrollo de láser de mayor potencia debería ser posible cortar mayores espesores y diferentes materiales incluyendo los no metálicos”



17. PRIMER CORTE LÁSER DE CO2 ASISTIDO POR OXIGENO REALIZADO EN MAYO DE 1967

Las mejoras continuaron y en la década de 1970' junto a esto el desarrollo de los láser de CO2 y de nuevas tipologías de láser marcaron el inicio de las primeras aplicaciones de "maquinado láser". En el año 1975, la empresa Laser-Work A.G. desarrollo el primer sistema de láser 2D. Las primeras



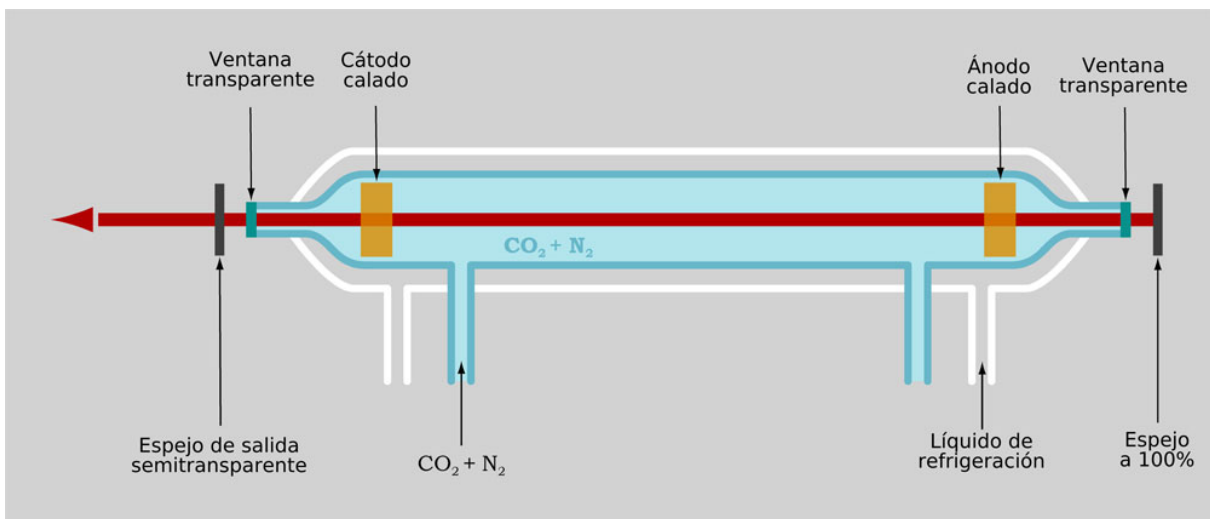
aplicaciones del mismo fueron se realizaron en la industria automotriz y aeronáutica dado que había descubierto el valor de los láser tanto para el corte como para el soldado de metales.

18. PRIMER LÁSER 2D

El continuo desarrollo de esta tipología de láser permitió que en la década del 80' lograran introducir al mercado pequeños y poco costos sistemas de corte por láser de CO2 dado que hubo una expansión de las aplicaciones que se podían realizar con el mismo como lo son el procesamiento de materiales orgánicos como por ejemplo los plásticos o la espuma; éste momento marcó una nueva era, la cual era la del "procesamiento e materiales mediante láser".

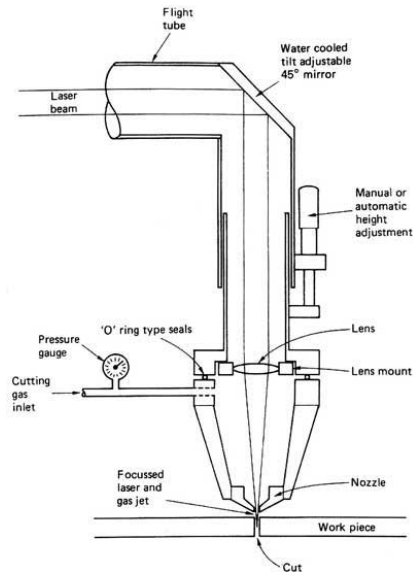
4.2 El Láser

La técnica de corte láser, es el procesamiento de un material laminar por medio de una haz de luz generado por una combinación de gases amplificado y dirigido a través de ópticas. El corte láser por CO₂ es la tipología más conocida y más desarrollada debido a su gran potencia y versatilidad de usos. Se la conoce con corte láser de dióxido de carbono dado que éste es el componente que se encuentra en mayor porcentaje, pero su reacción química se da gracias a la combinación con nitrógeno, helio, hidrogeno y xenon en diferentes proporciones. Todos éstos componentes, comúnmente se encuentran en un tubo de vidrio cerrado donde en un extremo posee un espejo reflectivo al 100% y en el extremo opuesto uno semi transparente. Por otro lado, contienen un ánodo y un cátodo, los cuales son los encargados de provocar el bombeo o agitación de las moléculas por medio de una descarga eléctrica para desencadenar en una reacción química, la cual hace que las moléculas comiencen a desplazarse y “rebotar” entre los espejos hasta lograr la suficiente energía y alineación para poder pasar a través del espejo semi transparente en forma de un haz de luz infrarroja de manera coherente, o sea, constante. Todo esta reacción se provoca dentro de un tubo cerrado, encapsulado por otro, el cual hace de refrigerante, que generalmente contiene agua destilada en flujo constante.



19. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN LÁSER DE CO₂.

Una vez realizada esta reacción, el haz de luz, con un diámetro aproximado de entre 1.5 y 2 mm, comienza rebotar por medio de espejos a través de la máquina hasta llegar a la boquilla de la misma. Ésta boquilla es la encargada de redirigir y enfocar el haz de luz hacia el plano de trabajo sobre el material a procesar. Para poder concentrar el haz de luz en un punto menor pero con mayor energía es por medio de un espejo convexo que se encuentra en el extremo de salida de la boquilla, donde el haz de luz se redirecciona hacia un mismo punto, logrando así concentrarse en tan solo un punto de 0.025 mm de diámetro.



20. ESQUEMA DE UNA BOQUILLA LÁSER.

Existen tres grandes categorías de maquinarias según la manera en que se realiza el desplazamiento del haz de luz sobre los ejes XY para la realización del trabajo. Los categorizas son: movimiento de la pieza de trabajo, híbrido y movimiento de las ópticas.

- El movimiento de la pieza de trabajo son aquellas maquinarias donde encontraremos menor cantidad de ópticas, un cabezal fijo y un desplazamiento de la mesa de trabajo en ambos ejes. Esto hace que sea necesario fijar la pieza a la mesa de trabajo y el trabajo se mas lento.
- Híbrido, corresponde a aquellas maquinarias donde el cabezal se desplaza en un solo eje, generalmente el X y la mesa en el eje Y, el cual tiene el menor recorrido. En este caso también será necesario fijar la pieza a la mesa de trabajo.
- El movimiento de las ópticas, hace referencia a las maquinarias donde la pieza se encuentra sobre una mesa de trabajo estacionaria y el desplazamiento en ambos ejes los realiza el cabezal. En éste caso no será necesario anclar la pieza a la mesa de trabajo.



21. MAQUINARIA LÁSER CON MOVIMIENTO DE ÓPTICAS.

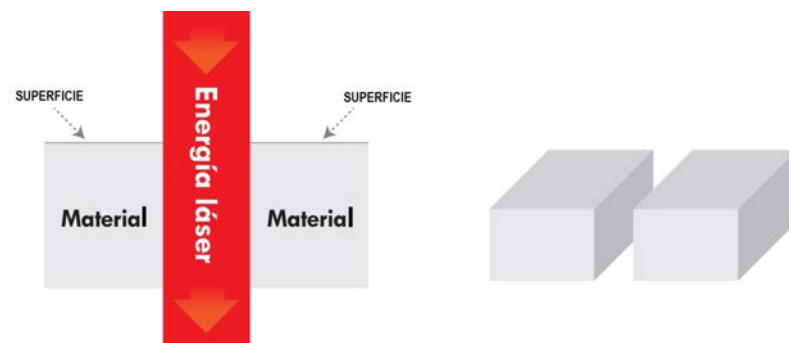
Esta técnica corresponde a la tecnología CAD-CAM, dado que los diseños son generados a través de un software CAD, el cual luego será interpretado por la máquina para el procesamiento del archivo.

4.3 Láser 2D

La aplicación de ésta técnica en dos dimensiones es la que se encuentra en mayor cantidad en el mercado dado su baja complejidad operativa y función básica de la técnica, la cual consta en cortar, marcar o grabar un elemento laminar. Los diseños son realizados en software CAD en dos dimensiones, Autodesk AutoCad, Adobe Illustrator o Corel Draw por ejemplo.

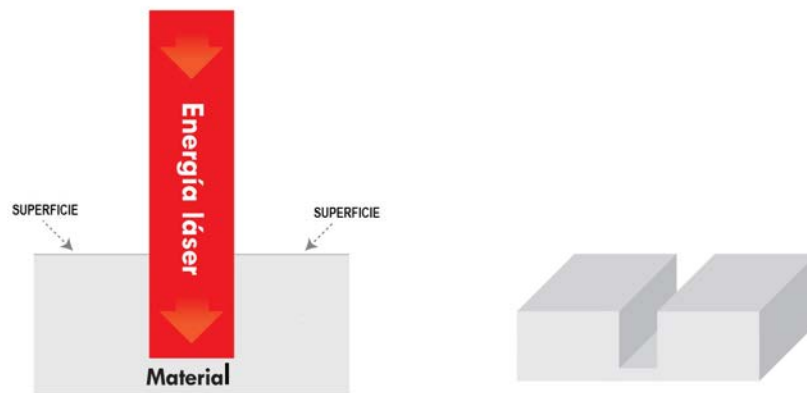
Los dibujos realizados vectorialmente tendrán la siguiente codificación: las líneas representarán los lugares de corte o marcado por el cual se desplazará el láser y los rellenos de las figuras, las áreas a grabar. El software que traduce el lenguaje CAD en CAM solicita cierta información al operario referente a la potencia a utilizar y la velocidad con la cual se desplazará. Dicha información corresponde al tipo de material a procesar y espesor correspondiente. Todo esta información luego de ingresada se traducirá en un Código-G que le indicará a la máquina por donde desplazarse, a que velocidad y con que potencia de haz de luz para realizar el trabajo deseado.

- El corte láser es el proceso por el cual se remueve y separa por completo un material, desde la cara superior hasta la inferior a través de recorrido determinado.



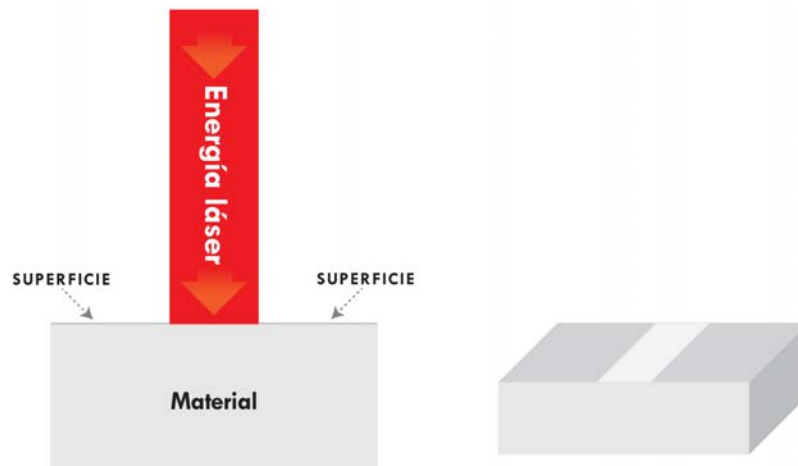
22. INFOGRAFÍA DE CORTE LÁSER.

- El grabado láser es proceso por el cual se remueve parte del material a través de cierto recorrido trazado desde la cara superior hasta la profundidad determinada en el seto del trabajo.



23. INFOGRAFÍA DE GRABADO LÁSER.

- El marcado láser es el proceso por el cual el haz de luz retira el material superficial para crear una mínima profundidad o modifica el material para alterar su color, contraste o reflectividad. Es una técnica muy utilizada para la implementación de códigos de barra, número de series, logotipos, fechas, lotes, etc.

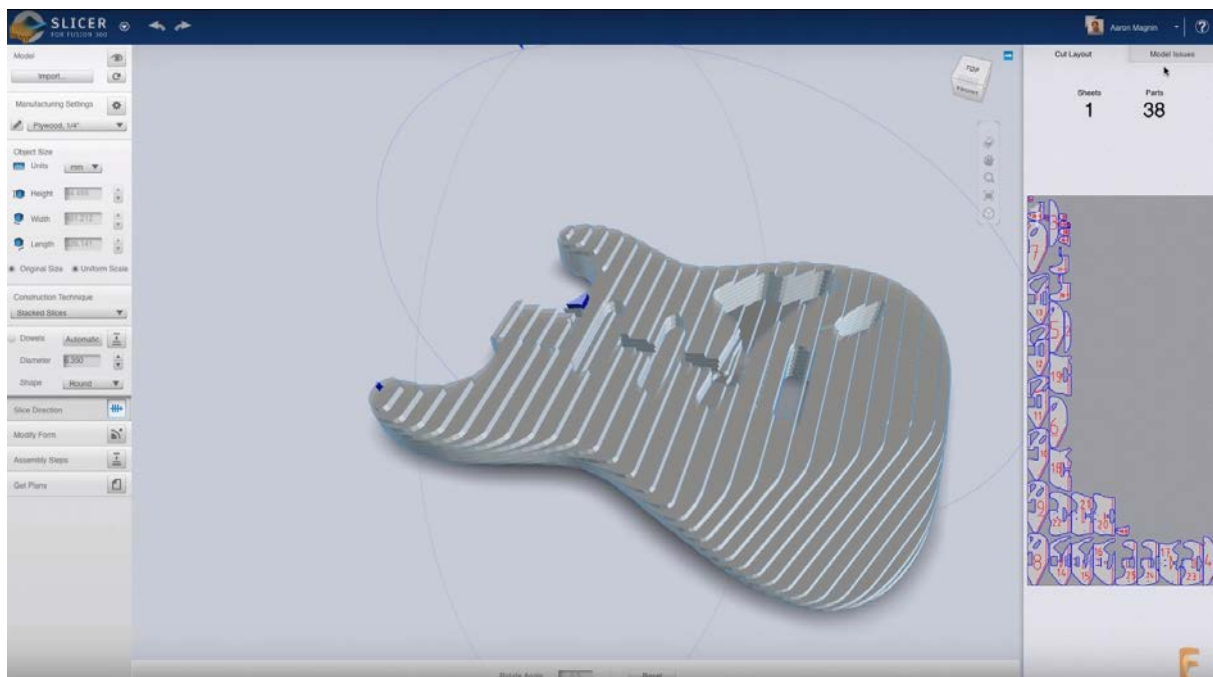


24. INFOGRAFÍA DE MARCADO LÁSER.

Ésta técnica de corte láser 2D es utilizada para procesar elementos laminares que en la gran parte de los casos es para generar piezas tridimensionales a partir de elementos bidimensionales. Ya sea el caso de los cortes de textiles para luego confeccionar prendas de vestir o zapatos, como también lo pueden ser cortes en madera para la realización de mobiliarios o luminarias.

La creatividad, el conocimiento de las técnicas, el conocimiento de las herramientas, además del conocimiento de los materiales, hacen posible que la innovación sea posible tanto a nivel conceptual como productivo.

Antiguamente, el diseñador debía realizar pieza por pieza bidimensionalmente entendiendo como se iba a unir una pieza con otra para crear una pieza tridimensional. Hoy en día, existen software de uso gratuito como el desarrollado por la empresa Autodesk llamado "123d Make" que le permite al usuario que desarrolle un producto en cualquier software de tres dimensiones, guarde el archivo en formato .stl y lo importe en este software. El software lo que hará será solicitar la siguiente información: espesor del material a cortar, tamaño de la mesa de trabajo, estilo de configuración de las piezas y orientación del seccionado. Una vez aplicadas toda esta información se mostrara automáticamente la pieza tridimensional seccionada o facetada en el sentido que se indico y con los espesores correspondientes a los asignados anteriormente. Todo esto es modificable y se puede visualizar en tiempo real los cambios ejecutados. Una vez finalizado, brinda la posibilidad de guardar un archivo vectorial con todas las piezas con su correspondiente identificación para luego poder armarlo y diagramadas en hojas del tamaño de la mesa de trabajo indicada que corresponderá a la cantidad de placas de ese tamaño que se necesitaran para realizar el trabajo.



25. PRINT PAGE SOFTWARE 123D MAKE.



26. AUTO LEXUS ESCALA 1:1 REALIZADO POR CORTE LÁSER EN CARTÓN CORRUGADO.

4.4 Corte láser por fibra

Con el desarrollo de la tecnología en constante evolución se logró crear una máquina de corte láser a través de una fibra óptica en vez de a través de espejos. Ésta tecnología se encuentra en pleno desarrollo pero tiene ciertas ventajas con respecto al corte convencional con CO2. A mismo consumo eléctrico produce el doble de potencia, los diseños de las maquinarias pueden ser más compactos gracias que el traslado del haz de luz no necesita distancias mínimas entre espejos, el mantenimiento y el desgaste es menor, su costo inicial es mayor, es mucho más rápida.

Tiene dos grandes contras en este momento: únicamente puede trabajar sobre metales y solamente puede realizar una tarea a la vez, o corta o graba, dado que los cabezales son diferentes.



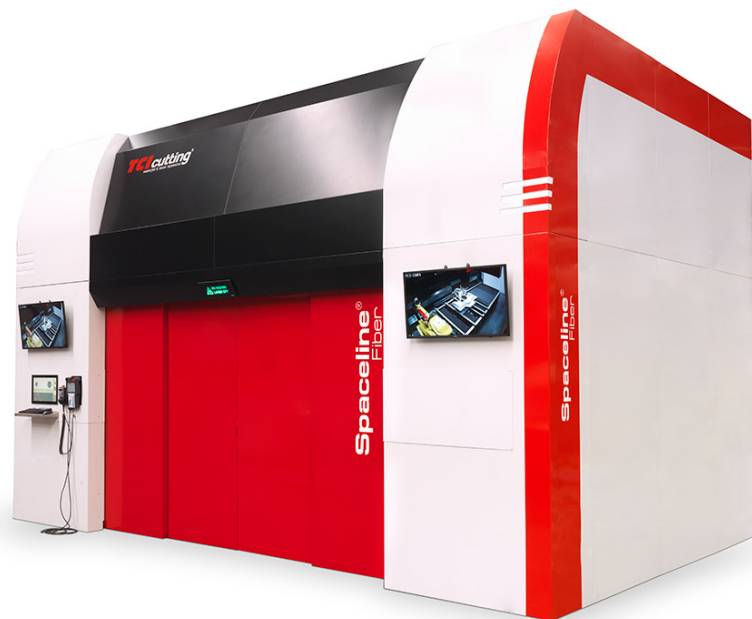
27. CABEZAL DE CORTE Y CABEZAL DE GRABADO CON FIBRA ÓPTICA.

4.5 Láser 3D

La tecnología láser llamada 3D corresponde a aquella maquinaria capaz de recorrer una pieza tridimensional para poder trabajarla, ya sea en corte, grabado o marcado láser. Realmente éste tipo de tecnología son maquinarias con la capacidad de moverse en todas las direcciones, comúnmente llamados los 5 ejes. Éstas máquinas trabajan sobre piezas previamente conformadas, ya sean tubulares o piezas que partes de elementos laminares y luego pasan por el proceso de estampado por ejemplo.

Debido a que dicha tecnología es posible únicamente para ser utilizada con fibra óptica, los únicos materiales disponibles para utilizar ésta técnica serán los metálicos.

Al igual que todas las técnicas de acciones automatizadas, trabaja bajo un código CAM, el cual le dice a la máquina de que manera moverse y como realizar las tareas indicadas. Posee sensores que le indica las distancias relativas entre el cabezal y la pieza. La pieza a trabajar tiene que haber sido previamente diseñada en tres dimensiones o escaneada en tres dimensiones porque en base a ese archivo es que se va a programar el trabajo de corte a realizar.



28. MÁQUINA DE CORTE LÁSER 3D.

4.6 Materiales

La técnica mencionada tiene un abanico muy grande en cuanto a la cantidad de materiales que puede trabajar. A nivel bidimensional se podrá procesar casi cualquier elemento laminar: plásticos, maderas, textiles, metales. No todas las máquinas pueden procesar cualquiera de ellos, en el caso de los láser de CO₂, que es la tipología más antigua y desarrollada puede realizar cualquier trabajo sobre dichos materiales, lo que variará será la potencia de la máquina para alguno de estos materiales y la materialidad de los espejos y lentes a utilizar. En el caso de las máquinas láser por fibra, cuya tecnología se encuentra en desarrollo, ya sea a nivel 2D o 3D, los materiales que podrá procesar serán únicamente los metálicos. Los espesores de los materiales dependerán de la máquina a utilizar y de los materiales en si. En una máquina de co₂ convencional se podrán cortar y grabar cualquier material textil, plásticos del tipo PMMA de 10 mm de espesor y maderas de espesor 9 mm (macizas, mdf, multicapas), en este caso los metales no serán posibles procesar. Para poder procesar metales (aceros, acero inoxidable, aluminio, cobre, latón) se necesitaran maquinas de mayor potencia, con otras ópticas y espejos, lo que se traduce en maquinas mas costosas, ya sean de co₂ o fibra.

Los materiales que no se pueden cortar en láser sin importar la tecnología son: PVC (emite gases de cloro y a su vez corroe los mecanismos y daña las ópticas), policarbonato (es un material que absorbe la radiación infrarroja, lo cual hace que no sea posible cortarlo, en espesores menores a 1 mm se podrá cortar pero con un acabado muy malo), HDPE (se derrite y prende fuego), ABS (se derrite y prende fuego), espuma de poliestireno (se derrite y se prende fuego, es el principal material de causa de incendios en maquinas láser), espuma de polipropileno (se derrite y prende fuego), fibra de vidrio (emite gases tóxicos de la resina epoxi y el vidrio no lo puede cortar), fibra de carbono (emite gases nocivos).

4.7 Maquinaria

A nivel internacional las maquinarias son muy variadas, y en constante desarrollo. Igualmente las podemos separar en 3 grandes grupos: industriales de co₂ y fibra, de taller o pequeñas empresas en co₂ y domesticas o estudio en co₂. Las diferencias entre ellas serán, la potencia, el tamaño de la mesa de corte, la capacidad productiva, la velocidad, los materiales y espesores que se podrán procesar, tamaño de la maquinaria y costo de la misma y de mantenimiento.



29. MÁQUINA LÁSER INDUSTRIAL DE CO₂ 2D.



**30. MÁQUINA LÁSER TALLER / ESTUDIO CO2 - 150 W APROXIMADAMENTE.
31. MÁQUINA LÁSER GLOWFORGE DOMÉSTICA - 45W APROXIMADAMENTE.**

En el mercado local disponemos de una gran variedad de láser del tipo taller / estudio, de unos 150 watts de potencia con diferentes tamaños de mesa de corte. Formacril y Acrílicos Uruguayos son dos de los mas importantes en este rubro, con mesas de trabajo de 120 x 90 cm y 70 x 40 cm respectivamente. Tienen la capacidad de cortar acrílicos de hasta 10 mm de espesor y maderas de hasta 9 mm de espesor.

A nivel industrial, tanto las empresas como Tecnojet y Tecmet disponen de maquinarias láser de CO2 para metales de 3200 watts de potencia con una mesa de trabajo de 300 x 150 cm. ⁴

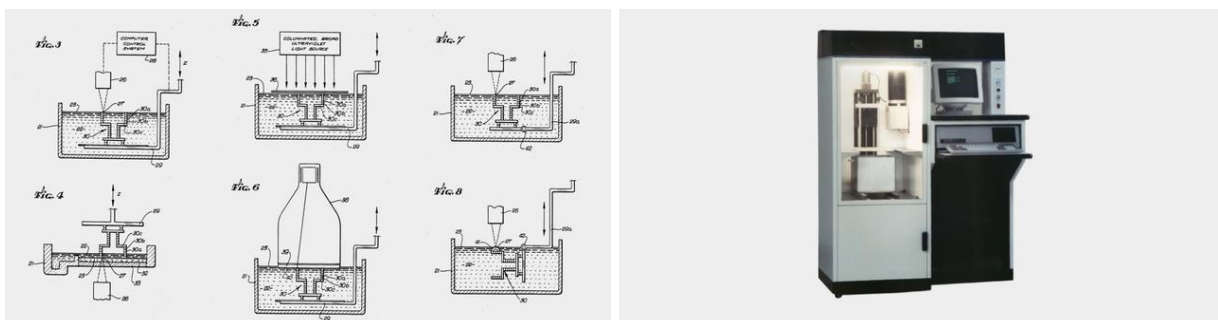
⁴ Ver estudio de caso - Street Fighter - Elemento - Página 54

5. CAPA A CAPA

5.1 Historia

La idea de la impresión 3D nace cuando en 1976 se desarrolla la impresora a chorro de tinta. Charles Hull es el encargado de que en 1984 se invente la estereolitografía (SLA). Éste fue el primer método desarrollado para imprimir piezas en tres dimensiones. Así es que Hull, en el año 1986 patenta su invención y crea la empresa 3D Systems, una de las empresas de impresión 3D más importantes a nivel mundial hoy en día. Éste hito en la historia hizo que el desarrollo de dicha técnica se diversificara rápidamente en diferentes métodos de impresión. Es así que en 1987, Carl Deckard desarrolla la impresión 3D de sinterizado selectivo láser (SLS) y en 1988 Scott Crump inventa el método de impresión por deposición fundida (FDM). En 1989 Crump funda otra de las empresas más importantes a nivel mundial en cuanto a impresión 3D: Stratasys; y en 1992 patenta su método FDM. En los años 1995 y 1998 se crean las empresas Z Corporation y Object Geometries respectivamente que luego serían adquiridas por 3D Systems (Z Corporation) y Stratasys (Object Geometries) en el 2012.

Uno de los momentos más importantes en la historia del desarrollo de la impresión 3D fue en el año 1999 cuando el Instituto de Medicina Regenerativa de la Universidad de Wake Forrest realizó el primer implante en seres humanos de órganos modificados por medio de implantes arteriales impresos en 3D y cubiertos con células madre del paciente. Avanzando en el tiempo y en el desarrollo de la medicina en conjunto con la impresión 3D, en el año 2002 se funda Envision Tec. en la Universidad de Wake Forrest, donde se realiza por primera vez la impresión 3D de un órgano (un riñón totalmente funcional). En el año 2005 el Dr. Adrian Bowyer funda la empresa RepRap, una iniciativa open-source para crear una impresora 3D capaz de imprimir sus propias partes. Es así que la empresa lanza al mercado en el año 2008 “Darwin” la primera impresora auto replicante en gran parte de sus componentes. Al año siguiente se funda Makerbot Industries (adquirida por Stratasys en el año 2013), una empresa dedicada a las impresoras FDM, y lanza al mercado kits para armar tu propia impresora 3D con un concepto inspirado en su antecesor, RepRap. Shanghai WinSun Decoration Design Engineering Co. difunde su sistema de impresión 3D de casas llamado “Atlas” en el 2014.



32. PATENTE DE LA PRIMERA IMPRESORA 3D DE ESTEREOLITOGRAFÍA (SLA) 1984 Y PRIMERA IMPRESORA 3D SLA FABRICADA EN 1987.

5.2 Impresión 3D

La impresión 3D es una técnica de fabricación digital que abarca varias tecnologías diferentes pero todas tienen un mismo principio, el cual es generar una pieza tridimensional por medio de la superposición de capas. Estas tecnologías permiten realizar tanto prototipos como productos finales para comercializar generalmente a costos menores a los de las técnicas tradicionales. La gran ventaja que tiene es la posibilidad de realizar piezas que no son posibles generar con las técnicas tradicionales y la accesibilidad a la misma. Por otro lado tiene la contra de que tiene como gran limitante las dimensiones de las piezas a producir dependiendo de la tecnología utilizada.

Esta, es una gran herramienta que hoy en día le permite tanto a diseñadores industriales, de moda, ingenieros, arquitectos, científicos, etc. la posibilidad de crear piezas únicas de una manera muy rápida y eficaz tanto como para testar mecanismos, texturas, ergonomía, escalas, colores, formas, etc. como para generar prótesis funcionales, órganos, comida, casas, etc.

Es la tecnología que posee mayor potencial de desarrollo e innovación dada las posibilidades de libertad de formas, combinación de materiales en una misma impresión, gran abanico de materiales disponibles para su utilización, la baja complejidad de generación de archivos.

“The whole premise of this technology has been to foster creativity, and change in product design and manufacturing, and so forth. At the individual level, I think there's a great kind of pent up need: we've got into the computer age and everything is on a screen or remote, we've kind of missed the tangible result. This is a means to convert something on the computer to reality in a straightforward way.”

Charles Hull - Director de 3D System.

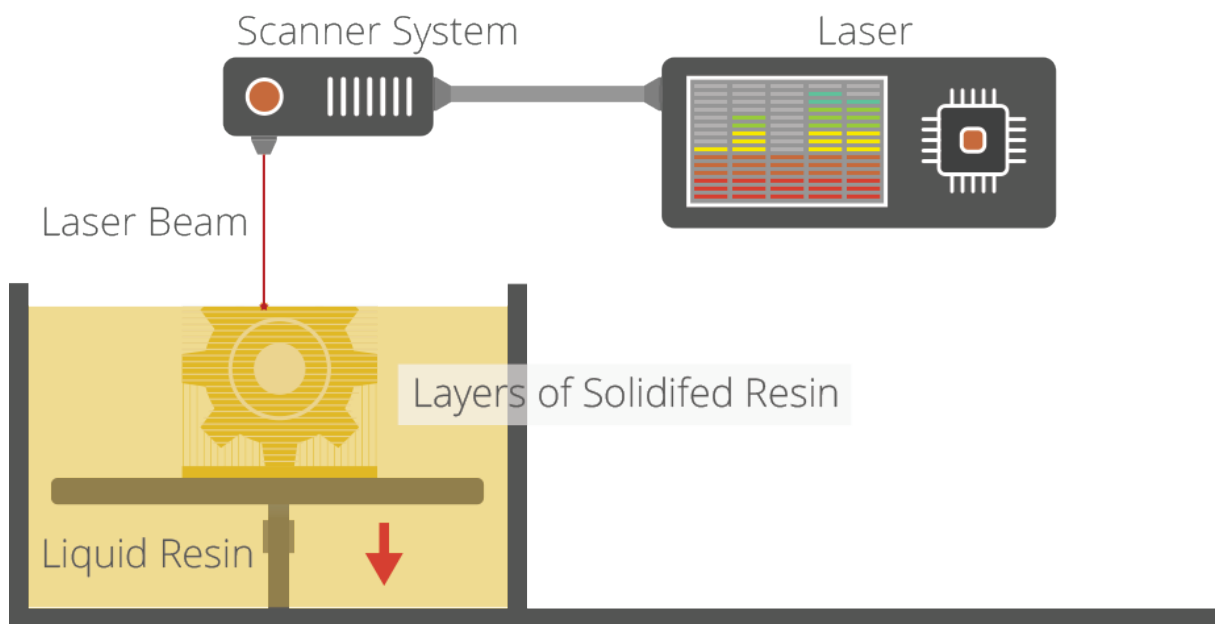
“La premisa de esta tecnología ha sido la de fomentar la creatividad y el cambio en el diseño y fabricación de productos, y así sucesivamente. A nivel individual creo que hay una especie de gran necesidad reprimida: estamos en la era de las computadoras y todo está en una pantalla y de forma remota, por lo que hemos perdido el tipo de resultado tangible. Esto es un medio para convertir en realidad y de forma directa algo existente en el ordenador.”

Al igual que el resto de las técnicas de fabricación digital, esta es una tecnología CAD-CAM. Le permite al usuario realizar su modelado tridimensional en el software que desee y este capacitado con el único requisito de generar un archivo cuyo formato sea estereolitográfico (.stl). Cada impresora tendrá su propio software, el cual tendrá la capacidad de poder importar este formato de archivo y en base a este generar un nuevo archivo con su propio formato, el cual va a leerá su máquina. Éste es el archivo CAM, el cual contiene el código-G correspondiente. Dicho código, contiene la cantidad de capas a imprimir dependiendo de la resolución de la impresora, que contiene cada capa y como se imprime cada una de ellas dependiendo de la tecnología de la impresora.

La resolución de una impresora 3D se determina por el espesor o altura de cada capa y el nivel de detalle en 2D que posee, la cual se determina en micras.

5.3 Procesos

5.3.1 Estereolitografía (SLA)



33. ESQUEMA DEL PROCESO DE ESTEREOLITOGRAFÍA.

La estereolitografía es la primera técnica desarrollada de impresión 3D y la primera en que se produzca una impresora para su comercialización. Consiste en la solidificación selectiva de una resina de fotopolímeros en estado líquido por medio de un láser. Consiste en una balsa llena de un polímero fotosensible en estado líquido con una mesa metálica dentro que se mueve en el eje vertical. La mesa, va bajando a medida que el láser va creando delgadas capas (entre 0,05 a 0,15 mm) de ésta misma resina pero en estado sólido. El láser se mueve únicamente en los ejes XY manteniendo siempre la misma distancia con el fotopolímero y la mesa que se encuentra dentro de la balsa es la que se mueve en el eje Z creando así una pieza tridimensional. Dependiendo de la morfología de la pieza a imprimir puede necesitar estructuras secundarias que oficiaran de soporte para mantener la pieza adherida a la mesa de trabajo y evitar la deflexión producida por la gravedad. Los soportes, serán generados automáticamente por medio del software de la maquina responsable de procesar el archivo 3D pero en algunos casos se necesitara generar alguno de manera manual. Éstos soportes deberán ser retirados de manera manual

luego de finalizada la impresión. Luego de la impresión, las piezas deberán pasar por una etapa de fotocurado UV.

A nivel industrial, el tamaño máximo de impresión es de 150 x 75 x 50 cm y nivel de taller/ estudio es de 14,5 x 14,5 x 17,5 cm. Es una de las tecnologías de mayor resolución de impresión pero su costo es uno de los mas elevados. Su terminación superficial es excelente dado su baja o casi nula porosidad y gran dureza, lo cual la hace apta para la creación de moldes maestros para moldeo por inyección, termoconformado, moldeo por soplado, y varios procesos de forja.



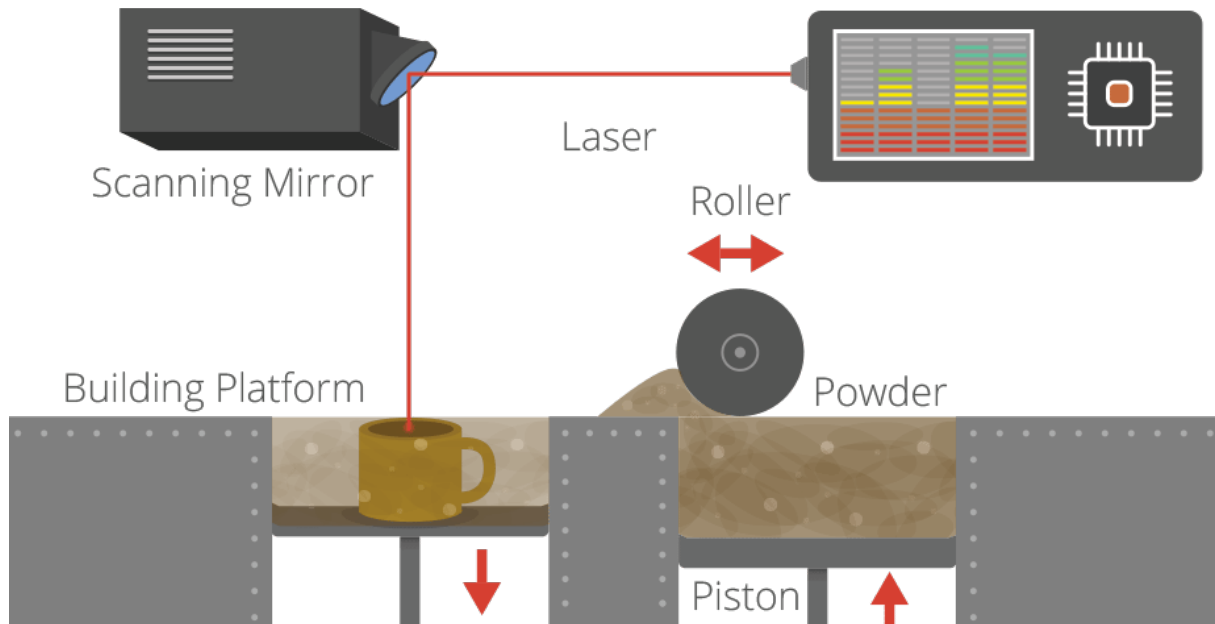
34. IMPRESORA 3D SLA INDUSTRIAL DE 3D SYSTEM - PROX 950



35. IMPRESORA 3D SLA DE ESTUDIO/TALLER - FORM2

A nivel local, encontraremos únicamente impresoras del tipo taller/estudio, con camas de impresión pequeñas como lo son la Form2 y la ProJet 1200. Pero también, podemos encontrar a nivel de laboratorios dentales impresoras profesionales y de dimensiones de impresión mayores como la Object500 de Stratasys.

5.3.2 Sinterizado Láser (SLS o SLM)



36. ESQUEMA DEL PROCESO DE SINTERIZADO LÁSER.

El sinterizado láser es una técnica que consta en fusionar un material en estado de polvo para convertirlo en una pieza sólida. Una impresora de sinterizado láser contiene dos depósitos, uno contiene el polvo compactado y el otro una mesa metálica que se desplaza en el eje vertical el cual al momento de la impresión oficia de eje Z. El proceso de impresión comienza cuando el depósito de polvo se eleva para desplazar el polvo suficiente para generar una capa en el depósito contiguo. Un rodillo se encarga de trasladar el polvo hacia el depósito que posee la cama de impresión y distribuirlo de manera compacta y uniforme en toda la superficie. Dada esta acción, el láser se desplaza en los ejes XY para fusionar el polvo en cada capa y así sucesivamente. A diferencia con el SLA, éste método no necesita soportes dado que el mismo polvo que queda sin ser solidificado oficia de sostén.

Mediante dicho proceso se producen piezas que son imposibles de fabricar por medio de cualquier otro método, pero debido a las altas temperaturas a las cuales trabaja el láser para realizar el sinterizado metálico genera como consecuencia superficies porosas, las cuales deben ser procesadas luego para alcanzar una mejor terminación superficial. En el caso de los plásticos el acabado superficial es no porosa y sus características físicas y mecánicas son similares a las de una pieza generada por inyección.

A nivel industrial, el tamaño máximo de impresión es de 120 x 60 x 60 cm y a nivel de impresora de taller/estudio es de 16,5 x 16,5 x 32 cm.



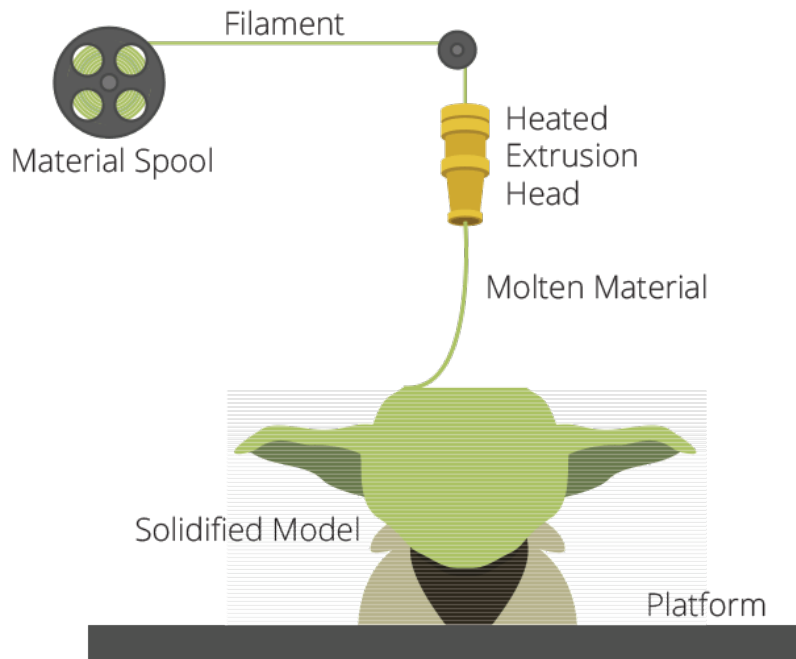
37. IMPRESORA 3D SLS INDUSTRIAL DE 3D SYSTEM - PROX DMP 320



38. IMPRESORA 3D SLS ESTUDIO/TALLER - FUSE 1

En el mercado local este tipo de impresoras no se encuentran disponibles para acceder a su utilización.

5.3.3 Deposición fundida (FDM)



39. ESQUEMA DEL PROCESO DE DEPOSICIÓN FUNDIDA.

La técnica llamada Fused Deposition Modeling, más conocida como FDM (termino patentado por Stratasys) es la técnica de impresión 3d mas conocida en el común de la población debido a su bajo costo y la amplia cantidad de marcas disponibles en el mercado. Ésta tecnología consta de una boquilla de extrusión que genera una temperatura promedio de 220°C por la cual se extruye o empuja un filamento plástico de 1.75 mm o 3 mm de diámetro, mientras el cabezal se desplaza en general en los ejes XY y la mesa de impresión en el eje Z dibujando así capa a capa la pieza tridimensional. La técnica mencionada, dependiendo del modelo a imprimir, puede necesitar o no soportes, dependiendo si sus partes pueden sustentarse por si solas, esto quiere decir si previamente se imprimió una capa por debajo que pueda sustentar el nuevo filamento. Los soportes son la parte más engorrosa de este tipo de impresión dado que antiguamente se imprimían con el mismo material y a la misma vez que el resto de la pieza, por lo que luego de finalizada la impresión había que proceder a retirar de manera manual y mecánica todos los soportes generados. Hoy en día, existen impresoras con mas de un cabezal que pueden imprimir con dos materiales distintos a la vez, donde uno de ellos puede ser un material que es soluble en agua (PVA), el cual se utiliza específicamente para imprimir los soportes y así, luego de impresa la pieza, se procede a la inmersión de la misma en agua para retirar los soportes generados.

Los materiales con los cuales se utilizan este tipo de impresoras son normalmente plásticos y los mas utilizados son el PLA y el ABS. En el caso del ABS es recomendable utilizar una impresora cuya mesa de impresión sea calefaccionada dado que es un material muy sensible a los cambios de

temperatura, lo que genera que, a medida que se va enfriando la pieza impresa se va contrayendo, lo cual hace que tenga cierto movimiento, que si ocurre, puede despegar la pieza de la mesa y arruinar el trabajo realizado.

Ésta misma lógica y tecnología es la que se utiliza hoy día para la impresión tanto de chocolate como de comida en si. También es la misma que se desarrolló a una escala mucho mas grande pero con un extrusor sin temperatura para la impresión de viviendas.

Al igual que en el resto de las técnicas de impresión 3D, existen impresoras a nivel industrial y a nivel de taller/estudio. Las diferencias además del costo de la misma va en: tamaño de la cama de impresión, definición y velocidad. A nivel industrial las piezas mas grandes que se pueden generar son de 91,4 x 60,9 x 91,4 cm y a nivel de taller/estudio es de 33 x 24 x 30 cm.



40. IMPRESORA 3D FDM INDUSTRIAL DE STRATASYS - F900

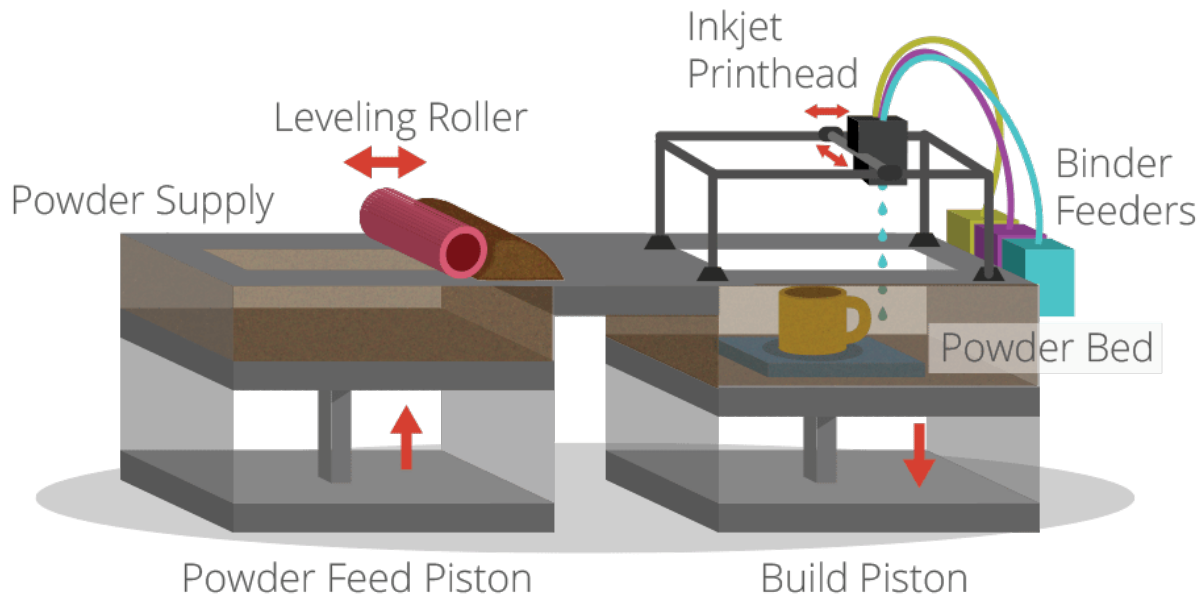


41. IMPRESORA 3D FDM TALLER/ESTUDIO - ULTIMARE 5S

En el mercado únicamente se encuentran en una gran variedad de marcas las impresoras de tamaño de taller/estudio dado que su costo es el más accesible y su complejidad operativa es la menor de todas las tecnologías disponibles. Las podremos encontrar en lugares como tiendas de electrodomésticos para acceder a la compra de una de ellas, o podemos recurrir a lugares como Fabrix, Sur3D, Zona3D o el Laboratorio de Prototipado 3D donde se puede simplemente pagar por el servicio de impresión.

5.3.4 Inyección de aglutinante o Binder Jetting (BJ)

Inkjet: Binder Jetting



42. ESQUEMA DEL PROCESO DE INYECCIÓN DE AGLUTINANTE.

La técnica del Binder Jetting o BJ es muy similar a la técnica del sintetizado láser o SLS dado que la impresora está compuesta por dos depósitos, en uno de ellos se encuentra el material en estado de polvo o powder y en el otro depósito se encuentra la cama de impresión que se desplaza en el eje vertical, el eje Z de la impresión. Al igual que en la técnica del SLS, un rodillo desplaza el polvo de un depósito al otro formando una delgada capa uniforme y compactada del material. Posteriormente, un cabezal similar al de una impresora de inyección de tinta, se desplaza en los ejes XY y deposita un compuesto que oficia de aglutinante (binder), el cual es el encargado de solidificar la pieza en la zona deseada; y así capa a capa hasta completar la pieza a imprimir. Como en cada barrida de polvo de un depósito al otro se cubre toda la cama de impresión, el mismo polvo que queda sin aglutinante oficia de soporte, lo cual hace que no sea necesario la necesidad de generar piezas extras para soportar la impresión. Éste tipo de impresión tiene una definición muy similar a la alcanzada con el SLS y como la lógica de impresión es la misma, se puede generar el mismo tipo de piezas de alta complejidad productiva. A diferencia del SLS, son piezas más frágiles, las cuales necesitan un post proceso de inmersión en diferentes compuestos según el material en el cual se imprima para lograr una solidez mayor. Dicha técnica a diferencia de otras, tiene la posibilidad de mezclar tintas de color con el aglutinante, lo cual hace que se puedan imprimir las piezas tridimensionalmente a cuatro tintas como en un papel; a estas impresoras se las llama Inkjet Binder Jetting.

Como en el resto de las técnicas, para este tipo de impresión se han desarrollado impresoras industriales y otras de menor porte y costo a las que llamamos para taller/estudio. A nivel industrial se puede encontrar una impresora BJ con una cama de impresión máxima de 50,8 x 38,1 x 22,9 cm y a nivel de taller/estudio de 23,6 x 18,5 x 12,7 cm.



43. IMPRESORA 3D BJ INDUSTRIAL PROJET CJP 860PRO



44. IMPRESORA 3D BJ TALLER/ESTUDIO - PROJET CJP 260PLUS

En el mercado local hay dos variantes de esta tecnología, una que funciona únicamente con el aglutinante, lo cual hace que la pieza quede toda blanca y se encuentra en el Laboratorio de Prototipado 3D de la Universidad ORT. La otra unidad, es la misma tecnología, de la misma marca, mismo tamaño de la cama de impresión pero con la posibilidad de imprimir a todo color y se encuentra en Fabrix. Ambas impresoras tiene una cama máxima de impresión de 21 x 16 x 11 cm.

5.4 Resultados consecuentes de esta tecnología

Esta técnica de fabricación digital es la que posee un desarrollo más importante e intenso hoy en día y donde gran cantidad de compañías a nivel mundial invierten constantemente en el desarrollo de la misma. Debido a esto, comenzaron a surgir otro tipo de compañías que ofrecen distintos tipos de servicios relacionados con la técnica. Una de ellas es una empresa llamada Shapeways, la cual ofrece por medio de una plataforma online el servicio de impresión 3d en el material que se desee y con envío en todo el mundo a la puerta de su casa. En dicha plataforma uno puede subir su modelo digital 3D, el cual su software lo lee y lo interpreta, y a partir de ese momento, se le da la opción de elegir el material que desee, color y terminación. A medida que se van alterando todas esas configuraciones tienen un cotizador en tiempo real que va indicando el costo de la pieza según las opciones seleccionadas.

Otra empresa que surge en este rubro es Thingiverse. Otra plataforma online que le permite a los usuarios descargar modelos digitales 3d prontos para imprimir para aquellas personas que no posee las capacidades técnicas para realizar este tipo de modelados tridimensionales pero igual así desean imprimirse un objeto. Es una plataforma que tiene una lógica de comunidad donde diferentes usuarios

subes sus modelados 3d para que otros los descarguen, hay varios que son gratuitos y otros que son pagos.

Por ultimo, la empresa Microsoft, desarrollo una herramienta llamada Trimaker, que tiene una plataforma online propia, la cual le permite al usuario poco experimentado, subir su modelo 3D, analizarlo, repararlo y descargarlo pronto para imprimir; todo de manera online y gratuita.

5.5 Impresión 3d de Casas

La impresión 3d con concreto es una de las técnicas que se encuentra en mayor desarrollo por las posibilidades de bajar los costos de las viviendas y las velocidades de construcción. El concepto de la impresión de casas en concreto fue creada en el 2008 por Behrokh Khoshnevis en la Universidad de Carolina del Sur en base a la técnica del FDM. Él fue el fundador de la empresa Contour Crafting encargada de desarrollar una impresora montada sobre rieles alrededor del suelo del edificio que sirve como un pórtico y comanda el brazo robótico que posee el extrusor del concreto.



45. PRIMER CONCEPTO DE CONTOUR CRAFTING DE IMPRESIÓN EN CONCRETO.

A partir de ese momento varias empresas a nivel mundial comenzaron a explorar ese campo y a desarrollar sus propios métodos de impresión 3d de viviendas. Una de ellas es Winsun, una empresa china que en el año 2014 dio a conocer sus primeras casas impresas en 3d en base a la tecnología de FDM. El volumen de impresión de su máquina es de 32m de largo, 10m de ancho y 6,6m de alto. Su primer proyecto real fue en Shanghai; luego en el 2016 desarrollaron las primeras oficinas del futuro

impresas en 3D en Dubai y comenzaron a colaborar con Elon Musk (CEO de Tesla) para el desarrollo de los túneles del Hyperloop, que espera ser el transporte más rápido del mundo.

Actualmente existen varias empresas desarrollando esta tecnología aplicada a la arquitectura utilizando diferentes técnicas y materiales de impresión como por ejemplo: concreto, concreto + earth materials (piedras, agua y minerales) y concreto + geopolímeros (polímeros sintéticos inorgánicos de aluminosilicatos).^{5 6}



46. IMPRESORA 3D DE CONCRETO WINSUN.



47. CASA IMPRESA 3D POR LA EMPRESA ICON 3D.

⁵ Ver estudio de caso - OVI - Sebastián Granotich - Página 59

⁶ Ver estudio de caso - Chubby Chair - Dirk Vander Kooij - Página 69

6. EL AGUA

6.1 Historia

La técnica del waterjet para el uso de corte de materiales blandos por medio de agua tiene varias décadas, cuando la empresa Paper Patents Company en 1930 utilizó agua a baja presión para su sistema de corte de papel. En esa misma década se patentó una boquilla para corte de waterjet con abrasivo. En la década de 1940 fueron desarrolladas juntas para sistemas de alta presión hidráulica en el rubro automotriz y la aviación. Avanzando en el tiempo, en la década de 1950 se desarrolla la primera cortadora de ultra-alta presión con líquido (100,000 psi, 6900 bar) para cortar materiales metálicos aeroespaciales. En esta década es que John Parsons desarrolla el sistema del control numérico (NC), también en este momento se desarrolla una waterjet de alta presión para el corte de plásticos.

La primera máquina de waterjet de alta presión (50,000 psi, 3,450 bar) se desarrolla en la década de 1960 por la empresa Union Carbide la cual consigue mediante este método cortar metales y piedras. Durante la década de 1970, la empresa Bendix Corporation desarrolla el concepto de la utilización del cristal de corindón (mineral formado por óxido de aluminio (Al_2O_3) que en gemología, tiene dos variedades principales, rubí (de color rojo) y zafiro (de color azul)). A su vez, el Dr. John Olsen perteneciente a la empresa FLOW desarrolló y patentó un intensificador de fluidos a alta presión. En esta década también se introduce al mercado para su comercialización el primer sistema de corte waterjet por parte de la empresa FLOW.

Durante la década de 1980 se intensifica el desarrollo y evolución de la boquilla para corte waterjet con abrasivo patentado en 1930 lo cual hace que las boquillas con abrasivos se hagan realidad.

Omax Corporation nace como empresa en la década de 1990 y el Dr. John Olsen de la empresa Flow desarrolla y patentó el primer sistema de control de movimiento del waterjet, lo que le permite saber con precisión la ubicación exacta del chorro de agua.

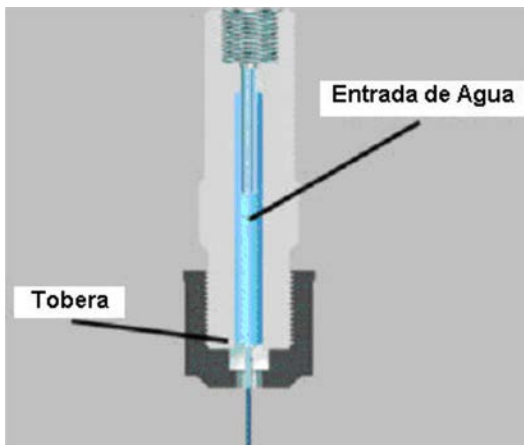
Con los avances de la tecnología y las experimentaciones continuas le permitieron a Max Corporation en la década del 2000 aumentar considerablemente sus velocidades de corte en las maquinarias y desarrollar lo que ellos llamaron Tilt-A-Jet, una máquina waterjet de alta precisión y conicidad cero en su corte.

Llegando a la actualidad, Omax Corporation desarrolla en el 2010 la primera waterjet de 5 ejes para el trabajo de piezas de alta complejidad y precisión.

6.2 El Waterjet

Ésta técnica de fabricación digital básicamente tiene dos sistemas de funcionamiento, uno es simplemente por medio de agua a alta presión y otro es la combinación de agua y abrasivos a alta presión.

Teóricamente el corte por chorro de agua se puede explicar como una micro erosión. Consta de forzar un caudal de agua previamente presurizado a través de un sistema continuo hasta una boquilla recubierta de zafiro, rubí o diamante con un pequeño orificio de salida de entre 0,1 y 0,4 mm. Por consiguiente, hace que se forme un delgado chorro de agua que viaja a mucha velocidad y con mucha potencia hacia el material a procesar, una vez que este impacta con el mismo comienza generarle pequeñas grietas y a expulsar todas las partículas desprendidas por el material hasta que logra atravesar el mismo produciendo el corte total. En el caso del corte de agua con abrasivo, los principios son los mismos, la única diferencia es que, al momento en el que el chorro sale de la boquilla, éste es mezclado con un abrasivo en polvo, el cual produce lo que llaman el efecto “Venturi”. De esta manera, el impacto del agua con abrasivo sobre la pieza permite erosionar materiales mas duros como el metal y el mármol.



48. ESQUEMA DE BOQUILLA SIMPLE



49. ESQUEMA DE BOQUILLA CON ABRASIVO

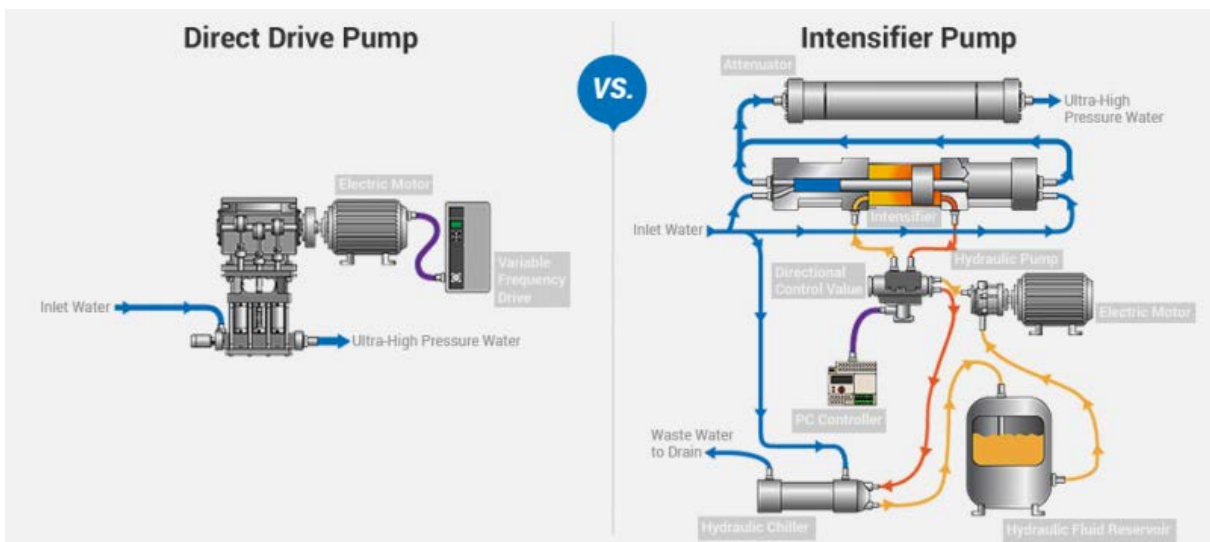
El sistema que utiliza únicamente agua presurizada para realizar el corte trabaja a una presión de entre 137Mpa y 379Mpa. Éste tipo de presión y sistema se utiliza para cortar materiales categorizados como blandos: alimentos, cuero, plásticos, madera, etc.

Por otro lado, el sistema que utiliza agua presurizada en todo su circuito pero, que al momento de salida por la boquilla es mezclado con abrasivos, posee un presión de hasta 413Mpa. Dicha presión de agua con abrasivo es utilizada para el corte de materiales categorizados como duros: aceros, mármol, titanio, aleaciones metálicas y compuestas, etc.

Para generar una gran presión de agua al momento de llegar al cabezal de corte es necesario que el agua pase por ciertos circuitos para lograr ese impulso. Existen dos tipos de circuitos, uno es por medio de una bomba intensificadora y el otro por medio de una bomba de cigüeñal directa.

En el primer sistema el agua ingresa al circuito por medio de un compresor a baja presión hasta una bomba intensificadora, la cual actúa como amplificadora hidráulica y convierte la baja presión en alta presión. Esta bomba intensificadora posee luego un recipiente de presión o atenuador, el cual suaviza las fluctuaciones de presión de la bomba intensificadora y proporciona un flujo constante y estable del agua a alta presión al momento de llegar a la boquilla de corte.

En el caso de bombeo directo, es un sistema inherente y más eficiente que las bombas de intensificación porque no necesitan todo el sistema hidráulico para su funcionamiento ya que es puramente mecánico su sistema con una eficiencia entre el 85% y el 90%. Esto quiere decir que por lo menos el 85% de energía generada por el motor será trasladada directamente a la boquilla de corte cuando en el sistema por medio de una bomba intensificadora es del 65% o menos. Los sistemas de bombeo directo pueden operar a una presión de 60,000 psi. Este tipo de sistema es el utilizado actualmente en los últimos modelos de waterjet debido a que son capaces de trasladar mayor energía neta al cabezal, lo que se traduce en mayor velocidad de corte; son más silenciosos, limpios, no tienen riesgos de tener fugas hidráulicas y por otro lado tienen un menor mantenimiento y una menor posibilidad de fallas.



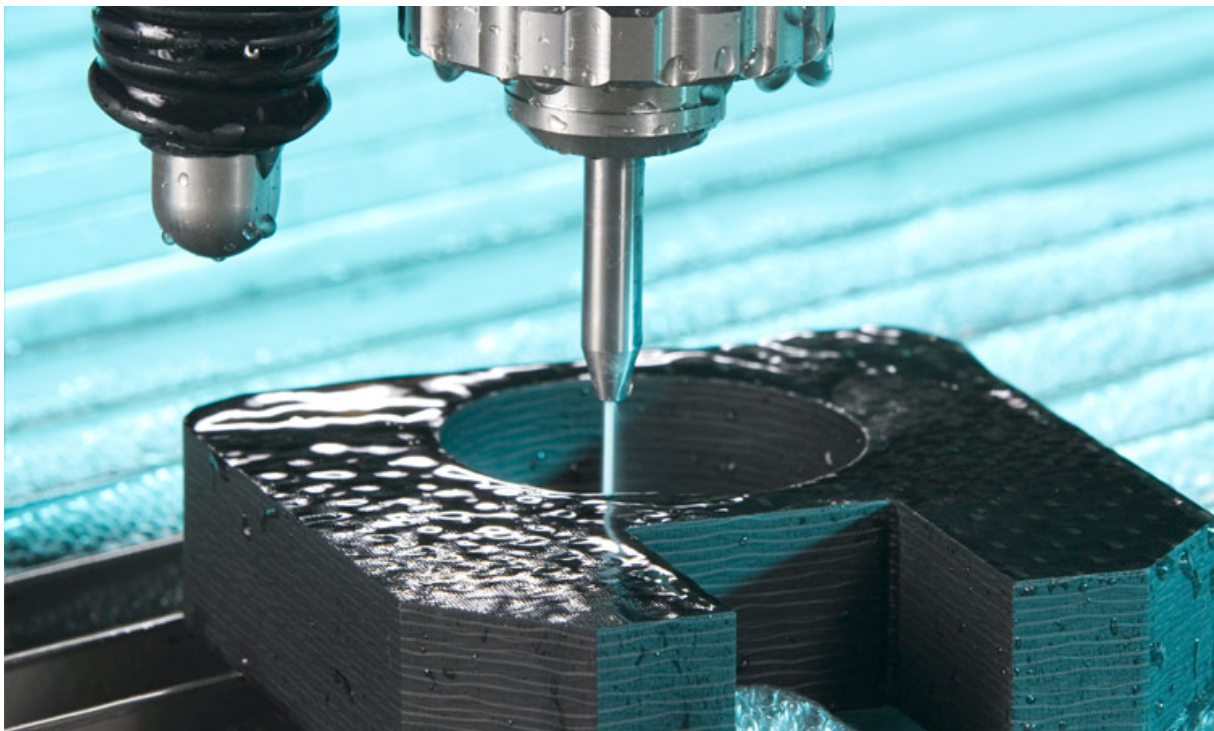
48. SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUA.

La mesa de corte está compuesta por una grilla metálica compuesta por planchuelas colocadas de canto, las cuales ofician de sostén para las piezas a cortar. Por debajo de ésta se encuentra un gran depósito de agua, el cual almacena el agua utilizada en el corte, filtra el abrasivo utilizado y amortigua la presión del agua proveniente del cabezal de corte.

6.3 Corte 2D

La técnica de corte por medio de un chorro de agua es una técnica CAD-CAM. Parte de un dibujo CAD 2D, el que luego se traslada a la máquina, donde ésta, con su propio software se encarga de convertirlo en CAM para así poder procesarlo y ejecutar el trabajo deseado. El archivo del cual se comienza es del tipo CAD o vectorial, realizado por ejemplo en software como Autodesk AutoCad, Adobe Illustrator o Corel Draw. El diseño realizado en CAD se debe de cargar en la máquina encargada de ejecutar el trabajo para poder leerlo y así ingresarle todos los parámetros necesarios por el operario a cargo. Éstos datos corresponden tanto al material a procesar y su espesor, el cual se traduce en velocidad de avance y potencia de corte. Una vez combinados los datos CAD, que determinarán el recorrido, con los parámetros de corte, el software encargado de operar el waterjet se encargará de generar un archivo CAM, el cual contiene el Código-G correspondiente al trabajo.

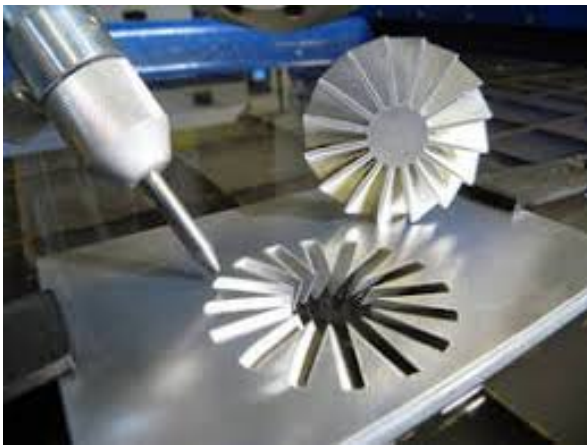
Al igual que el corte láser 2D o el fresado 2D, se podrán trabajar únicamente materiales laminares. En el caso de la tipología de maquinaria mencionada, la mesa quedará fija y el cabezal se desplazará en los ejes XY. Si bien la tecnología lo permite, el grabado con el waterjet no es algo que se utilice normalmente debido a que su acabado no es muy bueno, ésta es una técnica que se utiliza específicamente para la realización de cortes. Hay que tener en cuenta al momento de diseñar las piezas a cortar que dependiendo la máquina a utilizar el diámetro del chorro de agua será diferente, haciendo esto que, al tratar de cortar ángulos rectos interiores el vértice quede redondeado con el radio del chorro.



49. EJEMPLO DE CORTE 2D EN WATERJET.

6.4 Corte 3D

La técnica de corte en tres dimensiones refiere a la creación de piezas tridimensionales por medio de corte con agua en una máquina de corte de cinco ejes. A diferencia de una waterjet 2d, éste tipo de maquinaria posee un cabezal articulado capaz de moverse en cualquier dirección. Para ejecutar éste tipo de trabajo se parte de una pieza modelada tridimensionalmente de manera digital en un software CAD ya sea Autodesk AutoCad, Autodesk 3ds Max, Rhinoceros, Autodesk Inventor, Solidworks, etc. Sin importar el software del cual se parta se deberá exportar al formato .STL, el cual es compatible con cualquier software CAM sin importar la marca o modelo de la máquina encargada de ejecutar el trabajo. Una vez importado el diseño tridimensional en el software CAM se deberá programar para indicarle a la máquina de que manera moverse, velocidad y potencia de corte. Una vez programado el software se encargara de generar el archivo CAM, archivo que contiene el Código-G correspondiente al trabajo a realizar.



50/51. EJEMPLOS DE CORTE WATERJET 3D.

6.5 Materiales

Debido a que ésta técnica es un proceso de corte en frío, nos permite procesar una gran cantidad de materiales, teniendo en cuenta de que el abanico se amplía aún más si se utilizan abrasivos. Los materiales a utilizar serán elementos laminares en su gran mayoría, excepto en las máquinas de 5 ejes donde se pueden utilizar piezas volumétricas. Los requisitos de las piezas serán por un lado sus dimensiones generales: largo, ancho y espesor, los cuales serán determinados por las características de la máquina a utilizar, siendo lo máximo posible de cortar por esta tecnología 200 mm de profundidad.

Materiales que se pueden procesar: compuestos (fibra de carbono, fibra de vidrio, kevlar), metales (acero de carbono, acero inoxidable, todos los tipos de aleaciones, aluminio, bronce, cobre, titanio), vidrio, piedra (granito, mármol, cuarzo), cerámica, corian, silestone, concreto, hanex, durasein, espumas de alta densidad, gomas, caucho, plásticos, maderas, textiles, papel.

Los materiales que nos pueden procesar son: vidrios templados y diamantes, el primero porque estalla y el segundo debido a su dureza.

6.6 Maquinaria

A nivel internacional encontraremos maquinarias de gran porte para uso industrial, con camas de corte de 8 x 4 metros, y maquinarias de uso de taller/estudio de dimensiones menores 30,5 x 46 cm. En ambos casos son maquinarias con la capacidad de corte con abrasivo. La variación entre ellas, además del tamaño de la cama de corte es, la potencia del chorro de agua y el sistema de bombeo del agua.

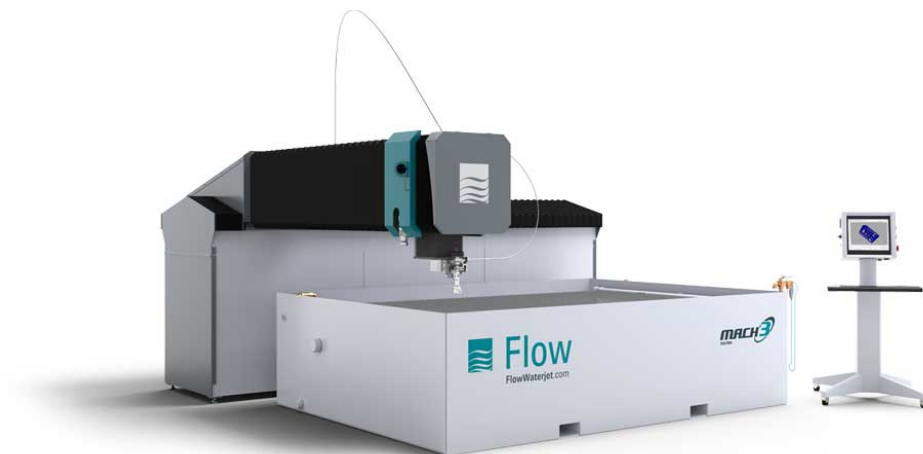


52. WATERJET INDUSTRIAL - OMAX 160X.



53. WATERJET TALLER/ESTUDIO - WAZER.

En el mercado local podemos encontrar disponible una maquinaria de 5 ejes de porte medio en Anibal Abbate, con una mesa de corte de 4,2 x 2 metros y 20 cm de espesor. Es un maquinaria de cabezal rotativo y con inclusión de abrasivos para cortar todo tipo de materiales listados en la sección correspondiente.⁷



54. WATERJET FLOW MACH 3 DE ANIBAL ABBATE.

⁷ Ver estudio de caso - Poltrona Skandinavia - Surdico - Página 64

7. ESTUDIOS DE CASO

7.1 Sámago / Diseñador: Rafael Antía - Ernesto Fasano [FRESADO CNC]



Estudio de Diseño de mobiliario fundado en 2013 por un equipo de jóvenes profesionales. Apostando siempre a la calidad, sus valores fundamentales son el profesionalismo, la honestidad y el cumplimiento con los clientes.

Promueven la transformación de los espacios mediante la investigación y desarrollo de proyectos centrados en el usuario y sus necesidades. Pretenden aportar innovación al mundo del diseño contemporáneo mediante alianzas estratégicas con socios internacionales, contribuyendo a consolidar los procesos creativos a nivel del diseño de mobiliario uruguayo.

LEGO

Legó es una silla diseñada para ser fabricada a partir de una placa de multiplica de bambú por medio de la técnica de fresado CNC 2D. Es un producto monomaterial definido por encastrés para asentar las piezas que luego son fijadas entre sí por medio de tornillos. Es un producto que por sus características de fabricación y armado entra dentro de la categoría de mueble RTA (ready to assemble / listo para armar) donde únicamente se necesita de una sola herramienta para su armado y desarmado. A su vez, esta realizada de un material cuya característica principal es la fortaleza de sus fibras como su liviandad. Posee por medio de su forma, zonas concebidas tanto para su movilidad en situación de uso como de no uso.



55. SILLA LEGO



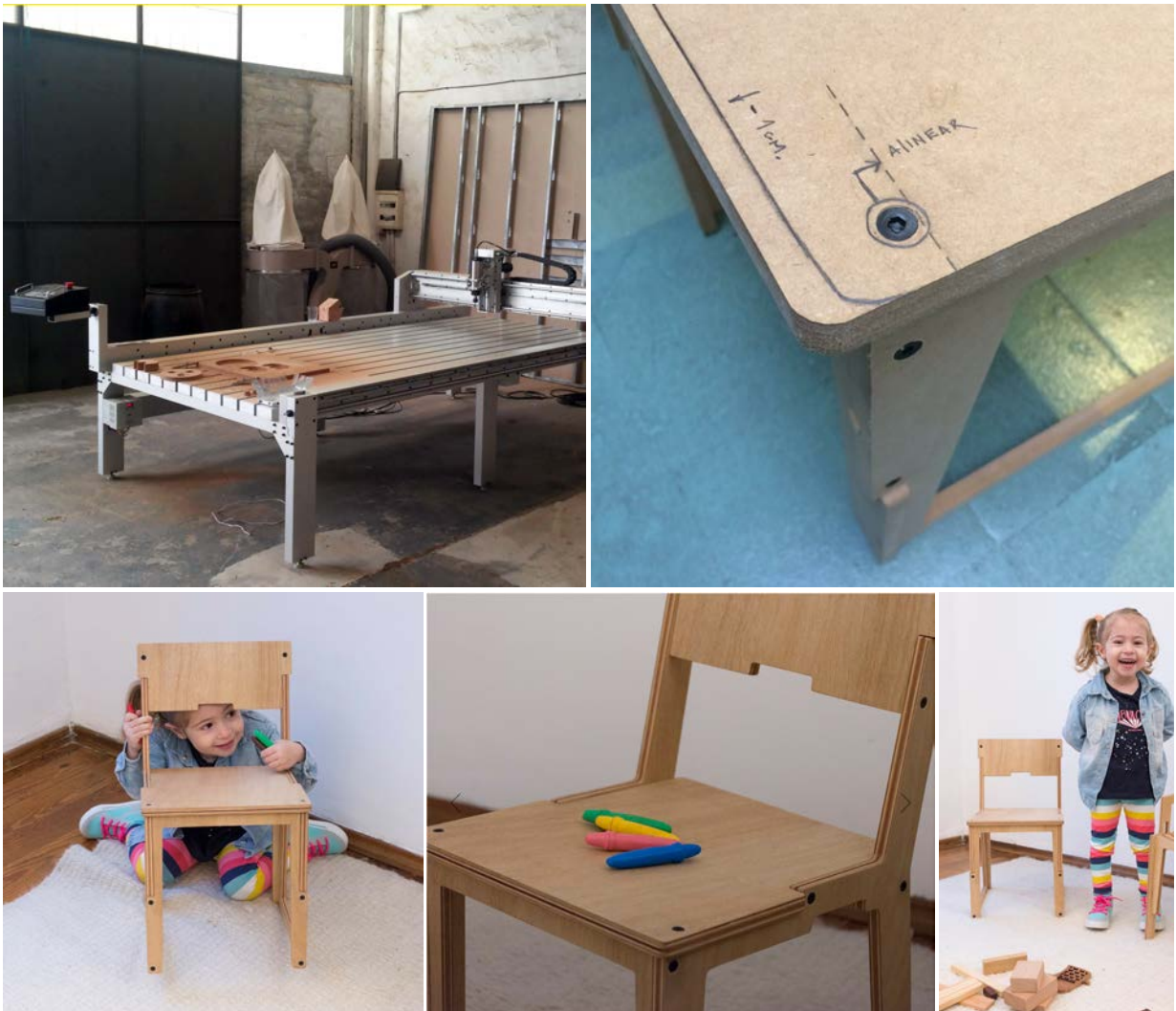
56. DETALLES DE LA SILLA LEGO

La silla esta compuesto únicamente por 6 piezas que salen de un mismo corte que luego son unidas por medio de tornillos Allen. Su acabado superficial es al natural por medio de aceites de protección para madera, permitiéndole dejar a la vista su beta y características del material. De esta manera, se observara que es totalmente monomatérico y las características propias de la composición del material, como por ejemplo, su dibujo tan particular del canto compuesto por 3 capas. La selección de la utilización de tornillos Allen es debido a la simplicidad de la inclusión de una llave de este tipo con el producto para su fácil armado y desarmado.

57. CNC EN EL TALLER DE AMAGO Y PRIMEROS PROTOTIPOS DE LA SILLA LEGO.

Como acontecimiento especial, el estudio desarrollo para el día del niño una versión a escala de la silla Lego gracias a su método productivo y las facilidades que esta le brinda.

La silla Lego esta disponible tanto en multiplica de bambú, melamínico y multiplica de ambay, variando en cada una de ellas su costo. En el caso de la mini Lego para niños el material disponible es la multiplica de ambay.



58. MINI LEGO

Entrevista al diseñador - Ernesto Fasano

[Realizada por Sebastian Ruiz Diaz a razón de la tesina - Montevideo - 20/09/2018]

En el producto seleccionado de su estudio, el cual fue la silla Lego, tomaron la decisión de que fuera monomatérico, ¿por que el Bambú?

El bambú es un material que nos gusta mucho. Lo importamos directamente nosotros desde Holanda y cumple con todas las certificaciones internacionales (FSC entre otras). Para nosotros es un material muy noble, sustentable y se comporta de manera muy buena a la hora de trabajarlo y darle aceite (acabado que usamos en Sámago). Entendimos que para el Diseño LEGO, utilizar este material le incorporaba a la simpleza cuidada del diseño, la armonía justa.

Al momento de diseñarla, generaron partes en cada una de las piezas que oficia de guía para poder colocar la pieza siguiente, que luego se fijan por medio de tornillos; esto deriva en catalogarlo como un producto RTA, ¿Por que RTA? ¿Porque utilizaron como método productivo el fresado CNC y que opinión te merece la misma?

Desde los inicios de Sámago, el sistema RTA ha sido -si bien no de forma exclusiva- una característica importante y deseable para nuestros diseños. Entendiendo que esto permite además del armado por el usuario, un mejor manejo en la estiva de los productos, un ahorro en el transporte (sobre todo pensando en la exportación) y en consecuencia un mejor desarrollo en todo lo que involucra la cadena productiva hasta la entrega al cliente. A esto, sumarle que nos identificamos con este sistema y nos gusta diseñar bajo esos conceptos. El CNC por otra parte, es una herramienta con la cual contamos en nuestro taller y la elegimos justamente por la versatilidad que nos permite a la hora de diseñar y fabricar este tipo de productos y otros que no necesariamente sean RTA. Para nosotros el CNC es fundamental, dado que pensamos los diseños ya sabiendo que usaremos esa herramienta para fabricarlos. En el proceso de diseño el corte en CNC siempre está presente e intentamos que todo pueda salir lo más procesado posible del mismo.

Que opinión te merece como diseñador industrial la importancia de las técnicas de fabricación digital (corte láser, waterjet, impresión 3d, cnc) a la hora de producir un mueble?

Como toda herramienta (al igual que los programas digitales de diseño CAD, Solid Work, Illustrator, etc.) es importante saber qué se puede hacer con ellas. La tecnología está a disposición de las buenas ideas y no al revés. Entiendo que si sabemos lo que queremos, las herramientas complementan y permiten agilizar y mejorar ciertos procesos, inclusive permiten hacer cosas que no podrían desarrollarse sin ellas, pero es fundamental que el diseñador las domine y no al revés, sino creo que se

puede caer en un diseño sin consistencia. A nosotros nos gusta mucho pensar los diseños sabiendo qué herramientas vamos a usar desde el vamos para producirlo.

Viendo que estas tecnologías avanzan constantemente a nivel mundial y que cada vez más, son opciones importantes a la hora de fabricar un producto, ¿el diseño de mobiliario Uruguayo lo tiene incorporado como método productivo o todavía esta tecnología le es esquiva?

Entiendo que ciertos estudios de diseño -como el nuestro- lo tienen 100% incorporado, pero creo que no la mayoría. Sería bueno que los estudios o diseñadores puedan conocer y utilizar la tecnología como una aliada. Depende mucho del enfoque del diseño, pero más allá de lo que se haga, hoy en día es fundamental incorporar la tecnología para mejorar los procesos y por tanto la productividad y sus costos asociados, los cuales deberían traducirse en un comercio más justo y más rentable para todo el ecosistema.



59. LEGO EN CASA SÁMAGO

**Producto Finalista en el Salao Design 2017, la mayor premiación de Diseño de América Latina.*

7.2 Elemento / Diseñador: Nicolás Noblía - Pablo D'Angelo [CORTE LÁSER]



Elemento es un emprendimiento que nace en el año 2014 en manos de Pablo D'Angelo, Andrés Espina y Nicolás Noblía, buscando brindar soluciones con la innovación y el diseño como principales herramientas. Sus propuestas se enfocan principalmente en dos ramas de acción.

Por una parte, buscan concebir el mobiliario urbano que represente un cambio significativo para la ciudad, un valor agregado que se diferencia de lo genérico, contemplando aspectos como durabilidad, estética, funcionalidad y accesibilidad.

Su otra rama de acción, bajo el nombre de Elemento Home Furniture, desarrolla productos destinados al uso doméstico, combinando en ellos la calidez de lo artesanal con procesos productivos de última tecnología, generando así mobiliario con un estilo ecléctico.

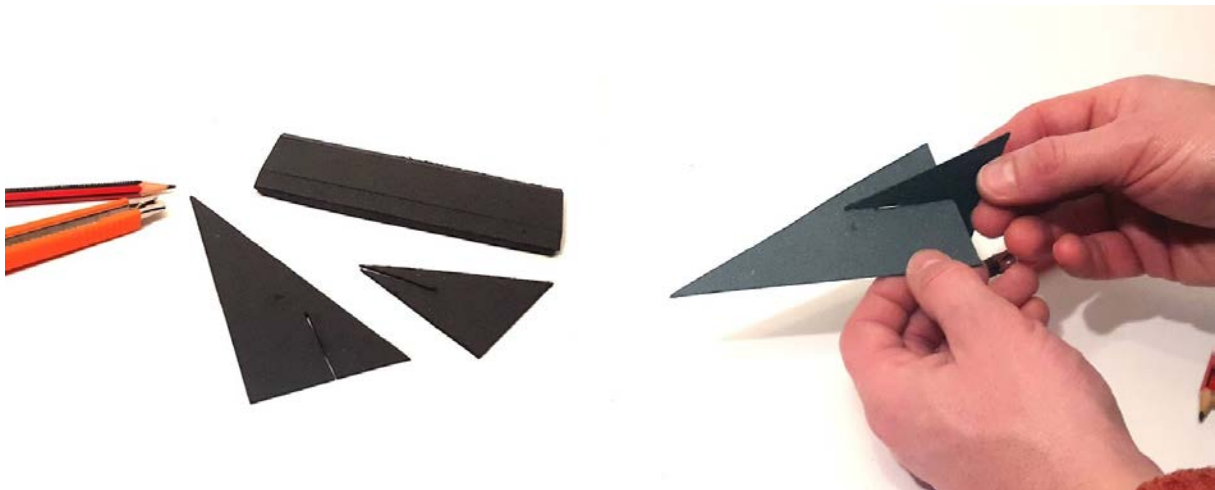
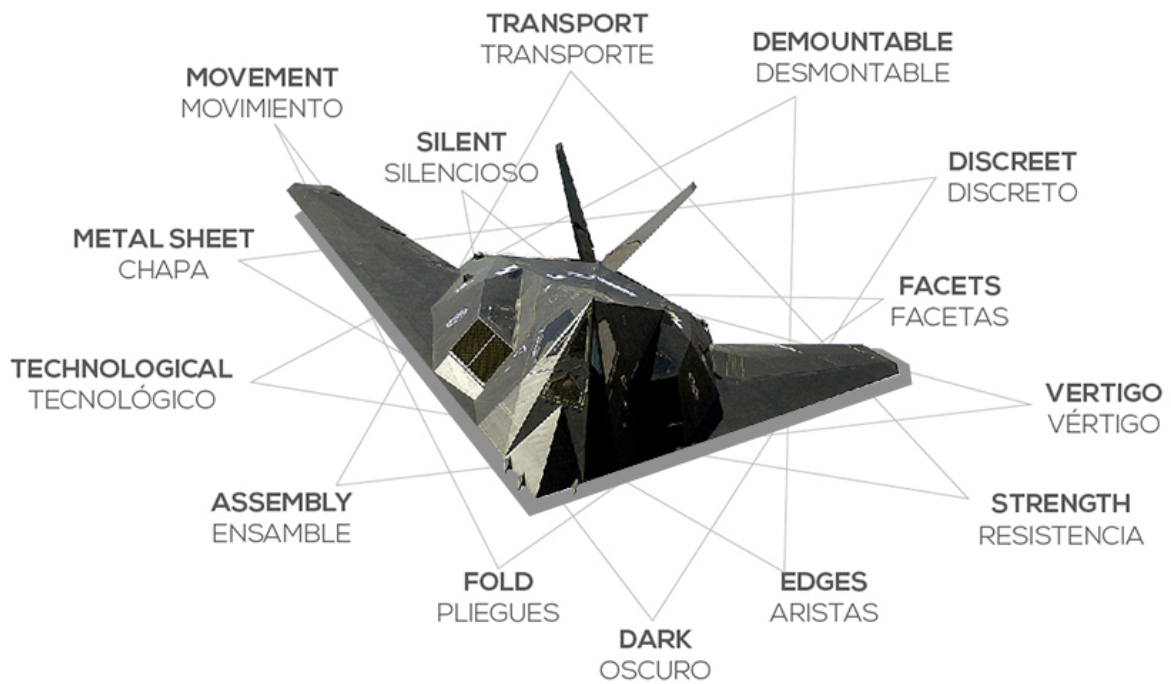
STREE FIGHTER

Street Fighter es un banco para espacios urbanos exteriores inspirado en el avión de guerra F-117. Es una conjunción de planos metálicos que se entrelazan generando una gran variedad de luces y sombras dándole así vida al producto.

Su diseño parte de la premisa de ser un producto especialmente desarrollado para espacios urbanos, resistentes a los factores climáticos y al

vandalismo. Está diseñado para ser producido por medio de la técnica de corte láser además de otros procesos, como el plegado posterior en alguna de sus piezas. Una de las características más importantes del producto es que a pesar de ser un mobiliario urbano, forma parte de los muebles bajo la categoría RTA (ready to assemble / listo para armar), ya que una de sus premisas de diseño es que fuese fácilmente armable y desarmable por el consumidor, y que en situación de no uso o desarmado, además de para su transporte, ocupara el menor espacio posible.





60. MAPA CONCEPTUAL Y PROCESO DE DISEÑO.

El proceso de diseño parte de la técnica de corte y plegado de papel o cartulina para la generación de diferentes alternativas conceptuales de diseño y constructivas inspiradas visualmente en el avión de guerra F-117.

Al igual que en el proceso de diseño donde se emplea una técnica en un mismo material para la generación de los modelos tridimensionales a escala, se tomó la decisión de la utilización de un mismo material laminar en el producto final, siendo este hierro laminar.



61. IMÁGENES DEL BANCO EN SUS DIFERENTES ETAPAS.

El producto está compuesto por 5 piezas centrales y 4 de unión o vinculación además del encastre entre las mismas. Se fijan entre sí por medio de tornillos de una manera rápida y sencilla sin la necesidad de utilización de herramientas complejas. Su diseño posee una resolución de fabricación sencilla, lo que lo hace reparable con herramienta “low-tech” de una manera muy efectiva.

Entrevista al Diseñador - Nicolás Noblía

[Realizada por Sebastian Ruiz Diaz a razón de la tesina - Montevideo - 15/09/2018]

En el producto seleccionado, que fue el banco Street Fighter, tomaste la decisión de que fuera monomatórico, ¿por que el hierro?

Primero que nada, el propio desarrollo conceptual del producto nos fue llevando a concebir una pieza monomatórica. La inspiración del mismo proviene de interpretar el día a día urbano como un entorno caótico, casi como una guerra. Por este motivo, tomamos como inspiración al avión F-117 que tiene una estética geométrica, con superficies facetadas en todas sus vistas. Generar un producto con esta estética, decantó en buscar un material laminar e inmediatamente derivamos en el acero ya que además contaba con características ideales para ser utilizado en ambientes urbanos expuestos al vandalismo y otros factores. Además, el producto debía ser de una producción simple para que pueda ser ejecutado a nivel local, y también fácilmente reparable en caso de que sufra algún desperfecto en su uso. El acero cumplía con todas estas características, a la vez que nos permitía generar una gran variedad de terminaciones superficiales sin mayor esfuerzo.

Es común ver muebles realizados por el método RTA, pero realizados en materiales como la madera y generalmente procesados por medio de un router cnc; pero en tu caso se optó por el hierro y con corte láser ¿Por que el RTA? ¿Por que utilizaste como método productivo el corte láser y que opinión te merece la misma?

Una de las metas que nos habíamos puesto a la hora de generar el banco era considerar el embalaje y la eficiencia en la entrega del producto. Jugando nuevamente con el concepto de la guerra, surgió la idea de que el mismo pueda ser entregado en cajas de madera similares a las que se arrojaban desde el aire con paracaídas en periodos de guerra, y esto nos llevó a crear un banco totalmente desarmable, de pocos componentes para que sea muy simple de ensamblar. Paralelamente, si bien es un producto formalmente simple, su geometría debe ser ejecutada de forma extremadamente precisa para que al ser ensamblado no existan inconvenientes. Por ello, decidimos utilizar como tecnología productiva el corte láser y el plegado con control numérico de cada una de las partes. Esta decisión fue una mejora sustancial en la facilidad de armado, ya que las primeras unidades fueron generadas con herramienta de menor tecnología lo que derivaba en dificultades a la hora de unir los distintos componentes. Las siguientes unidades, al ser fabricadas con tecnología láser nos brindaban una gran tranquilidad ya que cada variación o modificación que deseábamos podía ser primero testeada a nivel digital, para luego ser llevada a cabo sin errores por mala ejecución.

Que opinión te merece como diseñador industrial la importancia de las técnicas de fabricación digital (corte láser, waterjet, impresión 3d, cnc) a la hora de producir un mueble?

Las tecnologías de fabricación digital implican una mejora radical en la eficiencia productiva, permitiendo considerar desde la hora de la concepción del producto cada uno de los detalles. Permite generar diseños en los que uno ya tiene la confianza de que los resultados serán tal y como uno lo espera; sin diferencias por errores en la ejecución. Esta confianza es fundamental a la hora de crear muebles que por ejemplo serán ensamblados por el usuario final, o al momento de producir en paralelo distintos componentes de un mismo mueble sabiendo que al encontrarse, estas piezas encajarán sin necesidad de intervenir sobre las mismas.

Viendo que estas tecnologías avanzan constantemente a nivel mundial y que cada vez más, son opciones importantes a la hora de fabricar un producto, ¿el diseño de mobiliario Uruguayo lo tiene incorporado como método productivo o todavía esta tecnología le es esquiva?

A nivel nacional, se está notando un fuerte crecimiento del uso de este tipo de tecnologías, sobre todo del corte CNC sobre madera. Varios ya están explorando este tipo de herramientas para generar productos RTA de placa de madera, o también hay quienes están apoyándose en la técnica del Kerfing. De todas formas, hay un gran campo aún inexplorado seguramente producido por el alto costo que aún tiene en nuestro mercado la aplicación de otras tecnologías. Pero es palpable la curiosidad que despierta este tipo de herramientas en los diseñadores, que poco a poco se van atreviendo a buscar los límites de cada una de las distintas tecnologías. Es un camino que recién arranca.



62. PRIMER PROTOTIPO EN TALLER.

**Producto Finalista en Casa FOA 2015 (Buenos Aires, Argentina), ganador del Salão Design 2016 (Bento Gonçalves, Brasil) en la Categoría Muebles para Área Externa, finalista en la Bienal Iberoamericana de Diseño 2016 (Madrid, España) y Selección CLAP 2016 al Mejor diseño de mobiliario urbano, iluminación exterior o señalización (España)..*

7.3 Sebastián Granotich Ramos

[IMPRESIÓN 3D]



Licenciado en Diseño Industrial graduado de la Universidad ORT, Uruguay. Especializado en diseño de mobiliario, su trabajo se centra en el desarrollo de muebles y accesorios para el hogar. Con gran afinidad por el trabajo manual de la madera, sus productos surgen muchas veces de la propia experiencia diaria con los materiales.

Como estudiante, fue premiado en el Salao Design (Brasil), categoría muebles para dormitorio. Participó en diversas muestras de diseño, como la feria High Design Home & Expo y SUM (Selección Uruguaya de mobiliario).

Su trabajo es versátil, siempre apuntando a innovar a través de la utilización de materiales y sus diferentes configuraciones. En sus proyectos predominan líneas simples y detalles constructivos que resultan en productos con acabado fino y alta estética. El trabajo con madera y la combinación de materiales, denota un equilibrio delicado entre lo artesanal y lo industrial.

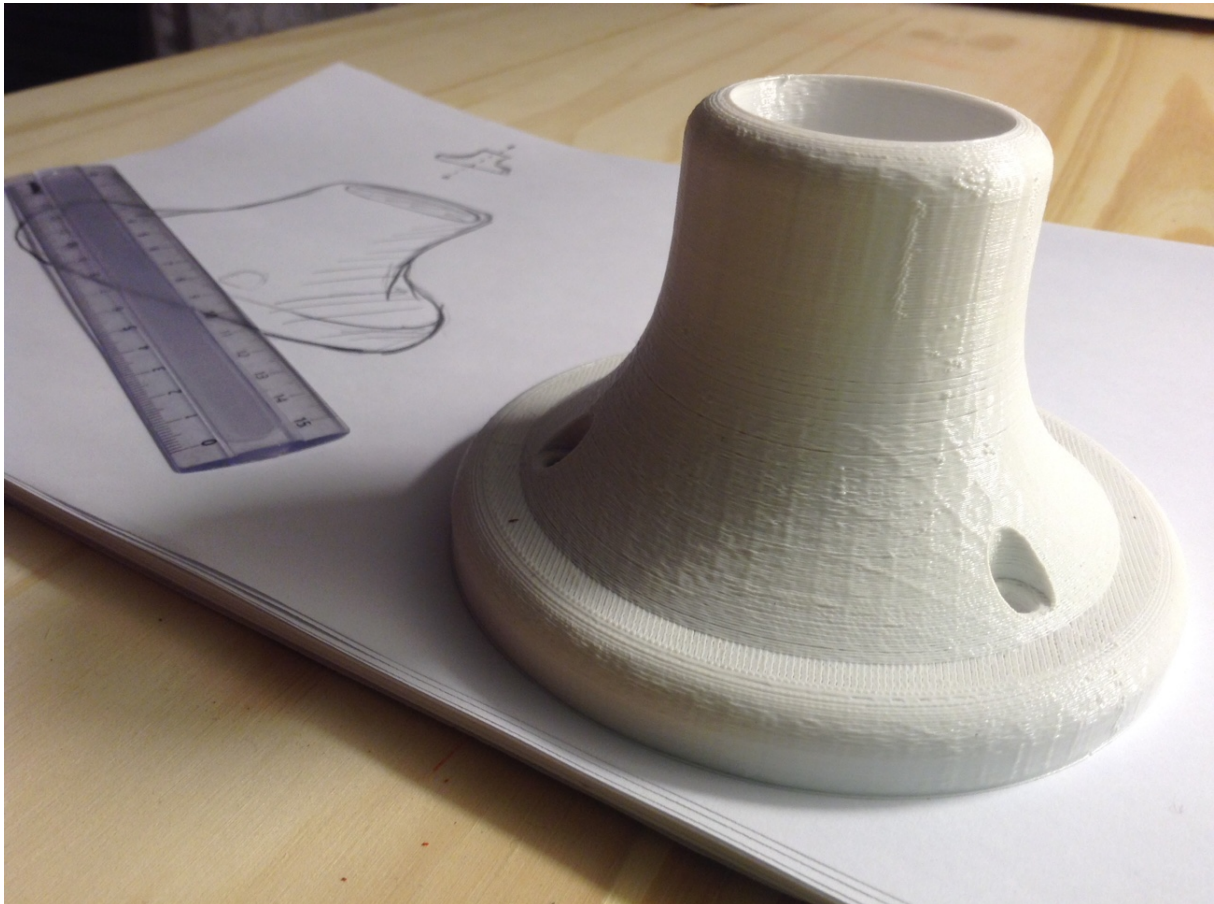
OVI

OVI es una mesa auxiliar circular de tres patas compuesta por cuatro elementos (tapa, conectores, patas y regatones) y dos materiales (madera y plástico). Su diseño busca colocar como protagonista una técnica de fabricación digital y su material, las cuales son la impresión 3D y el plástico PLA (ácido poli-láctico) que es un polímero biodegradable derivado del ácido láctico. Es un material altamente versátil, que se hace a partir de recursos renovables al 100%, como son el maíz, la remolacha, el trigo y otros productos ricos en almidón.



63. MESA OVI

La utilización de esta tecnología surge de la idea de generar un producto capaz de ser producido por cualquier persona, simplemente descargando el archivo de impresión de una página online, como por ejemplo thingiverse. Específicamente, la técnica seleccionada es la impresión 3D por FDM, la cual es la técnica de impresión 3D más masiva, accesible económicamente y fácilmente operable. La gran limitante para el uso de esta técnica era el tamaño de las piezas a producir, debido al tamaño máximo de impresión de este tipo de impresoras en general. Debido a esto, las piezas a producir bajo esta técnica serían los conectores o piezas de vinculación entre las partes y el remate, el regatón.

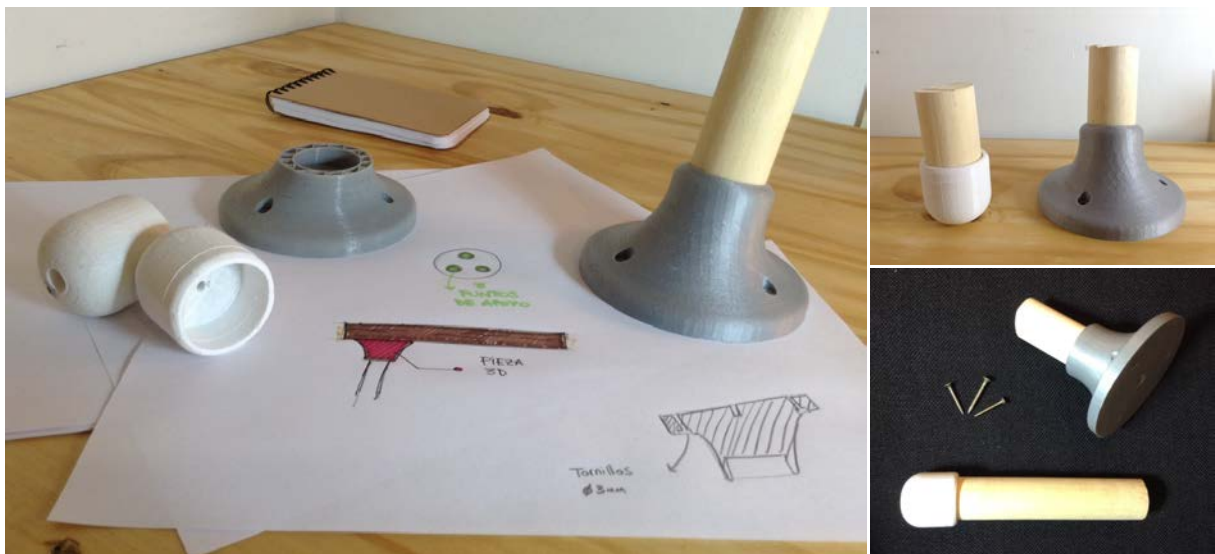


PRIMEROS PROTOTIPADOS
IMAGEN BRINDADA POR EL DISEÑADOR ESPECÍFICAMENTE PARA ESTE TRABAJO.

Con esta serie de toma de decisiones haría que el producto a diseñar entrara bajo la categoría RTA (ready to assemble / listo para armar) aunque el consumidor final debería de descargar las piezas a imprimir, imprimirlas y comprar el resto de las piezas de madera, las cuales son piezas standard, en grandes ferreterías como HomeDepot, Sodimac, etc. o simplemente producirlas uno mismo. Como el consumidor final debería de hacer todo esto, también es un producto que entra bajo la categoría DIY (do it yourself / hazlo tu mismo). Esto permite darle una gran personificación al producto porque podrá ser impreso en el color que el consumidor desee y la madera podrá ser del color y tipo que desee también.



64. COMPONENTES DE LA MESA OVI.



PROCESO DE DISEÑO
IMÁGENES BRINDADAS POR EL DISEÑADOR ESPECÍFICAMENTE PARA ESTE TRABAJO.

Entrevista al Diseñador

[Realizada por Sebastian Ruiz Diaz a razón de la tesina - Montevideo - 07/09/2018]

En el producto seleccionado, que fue la mesa auxiliar OVI, tomaste la decisión de que la impresión 3D fuera protagonista, ¿por que esta decisión? ¿Cual de todos los métodos de impresión 3D utilizaste y por que?

Hacía un tiempo que venía trabajando con impresión 3D, y de alguna manera fue una especie de proyecto que surgió solo. Existen webs en donde las personas pueden subir sus trabajos e ideas vinculadas a la impresión 3D, y con la mesa OVI esa fue la intención. Busqué crear un producto que pueda ser fabricado por cualquier persona que tuviera la posibilidad de imprimir sus propias piezas. Utilicé el método de impresión 3D conocido como FDM (modelado por deposición de material fundido). En su momento era la más accesible y conocido a nivel mundial ya que se trabaja con rollos de filamentos de plástico de costos estándar y fáciles de conseguir.

Los muebles RTA tienen de por sí un valor agregado, pero en tu producto las piezas claves, las cuales son las piezas de unión, son desarrolladas por medio de la impresión 3D, ¿Por que el RTA? ¿Por que utilizaste como método productivo la impresión 3D y que opinión te merece la misma?

Cuando empecé a pensar en vincular la impresión 3D con el diseño de alguna pieza de mobiliario, de alguna manera también estaba limitado en cuanto a los tamaños máximos de impresión que tenía mi propia máquina (20x20x20cm). Fue entonces cuando me di cuenta de que mi producto iba a contar con alguna pieza de unión o "nudo" que se resolviera mediante impresión 3D. Al tener esta pauta definida, era bastante coherente que el producto pueda ser totalmente desmontable. El concepto de la mesa OVI se trata de que la persona pueda descargar el modelado 3D de la pieza de unión e imprimirla con su propia máquina. Luego la tapa de la mesa y las patas son elementos simples que existen en cualquier lugar del mundo y que son fáciles de conseguir. Creo que la impresión 3D tiene ese plus de que las ideas puedan ser llevadas a cualquier parte del mundo. Yo como diseñador puedo crear un objeto X, subirlo a una web especializada y que otra persona en otra parte del mundo pueda imprimir ese objeto y utilizarlo, en cuestión de horas!

Que opinión te merece como diseñador industrial la importancia de las técnicas de fabricación digital (corte láser, waterjet, impresión 3d, cnc) a la hora de producir un mueble?

Pienso que son tecnologías que pueden aportar mucho en el diseño y desarrollo de un producto, aunque quizás sean técnicas un poco complejas y costosas. Yo creo que en nuestro país es mas viable una producción mas "artesanal" y con métodos mas tradicionales. Obviamente que si uno tiene la capacidad de por sí solo o mediante una empresa que sustente, poder utilizar éste tipo de tecnologías seguramente se logren resultados muy buenos y con mucho más posibilidades y variantes.

Viendo que estas tecnologías avanzan constantemente a nivel mundial y que cada vez más, son opciones importantes a la hora de fabricar un producto, ¿el diseño de mobiliario Uruguayo lo tiene incorporado como método productivo o todavía esta tecnología le es esquiva?

Probablemente éstos métodos aun sean un poco extraños en la producción de mobiliario en Uruguay. Si vemos el trabajo de los grandes estudios de diseño, muy pocas veces se utilizan tecnologías de éste tipo. Creo que aun se sigue trabajando mucho con métodos tradicionales. El Cnc en cambio, puede ser una opción si el producto o la forma lo requiere, pero estoy convencido que si se puede evitar mejor. Me imagino que en otros ámbitos como puede ser la producción de mobiliario contract o para producir muebles de oficinas sí se puedan llegar a utilizar cortes láser y waterjet, pero realmente no estoy al tanto.



65. DETALLE DE LOS CONECTORES.

**Producto Premiado en el Salao Design 2016, la mayor premiación de Diseño de America Latina.*

7.4 Surdico / Diseñador: Martín Kugelmass

[WATERJET]



Surdico nace en el año 2015 en Montevideo a cargo del diseñador Industrial Martín Kugelmass. Poco tiempo después de su lanzamiento, el estudio fue invitado a formar parte de “Di.se.ño Collection”, un conjunto de los estudios mas importantes de Uruguay con venta de sus productos en Brasil.

En el 2016, Martín se muda a Londres, donde su hermana Nicole residía hacia unos años para así continuar con la expansión de Surdico a uno de los lugares mas importantes a nivel mundial en cuanto a diseño refiere. En el 2017, Nicole se une a Surdico para colaborar con la llegada y expansión dentro de UK. En el 2018 se lanza oficialmente el arribo del estudio al Reino Unido con una nueva familia de productos.

POLTRONA SKANDINAVIA

La Poltrona Skandinavia es un asiento diseñado básicamente con tres materiales: Hanex, madera de fresno y textil. Forma parte de una familia de producto que también la inengran una lampara de pie y una mesa auxiliar. Su diseño se inspira en la linea de mobiliarios nórdicos, de lineas puras y simples, donde la madera maciza generalmente de tonalidad clara, es protagonista y se fusiona con un nuevo material como lo es el Hanex, donde este se roba el protagonismo del producto. Esta poltrona recae sobre la categorización de muebles RTA (ready to assemble / listo para armar) dado que al cliente le llega en una caja pronta para armar.

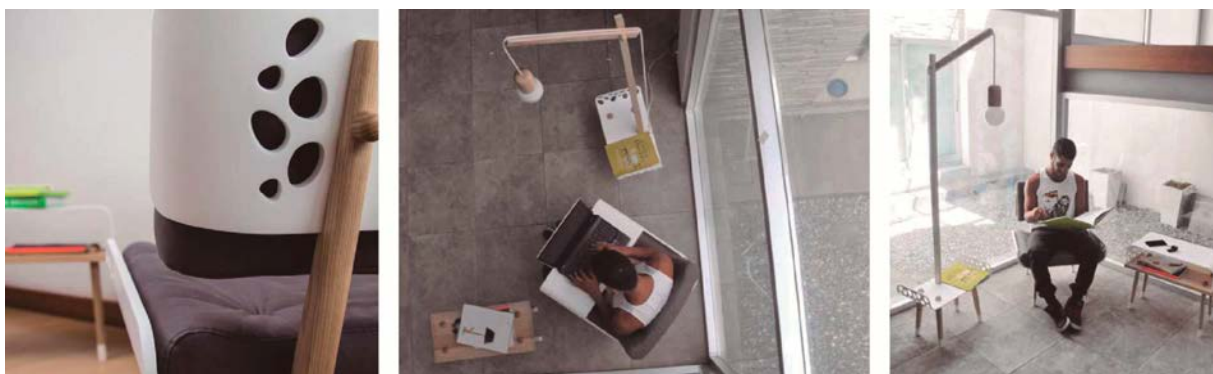


El Hanex es un material acrílico solido desarrollado por Hanwha Living and Creative Corp, en Seúl, Korea. Pertenece a la familia de los polímeros y es una mezcla a base de resinas, minerales y pigmentos naturales. Su composición química básicamente se establece por cuatro componentes: MMA (Metil Metacrilato), PMMA (Poli Metil Metacrilato), AL(OH)3 (Trihidrato de alumina) y Agentes de reticulación (mejoradores de acabados, estabilizadores, agentes curadores, pigmentos, etc.). Este material se presenta al igual que toda la familia de los polímeros en placas. En el caso del Hanex, al ser

un material desarrollado mayormente para la arquitectura como por ejemplo en el área de las mesadas de cocina, carpintería de obra y bachas de baño, posee una presentación en dos espesores distintos, 12 y 6 mm. Donde la placa de 12 mm tiene unas dimensiones de 368x76 cm y un peso de 59 kg y por otro lado la de 6 mm de espesor sus dimensiones son de 240x76 cm y un peso de 20 kg.

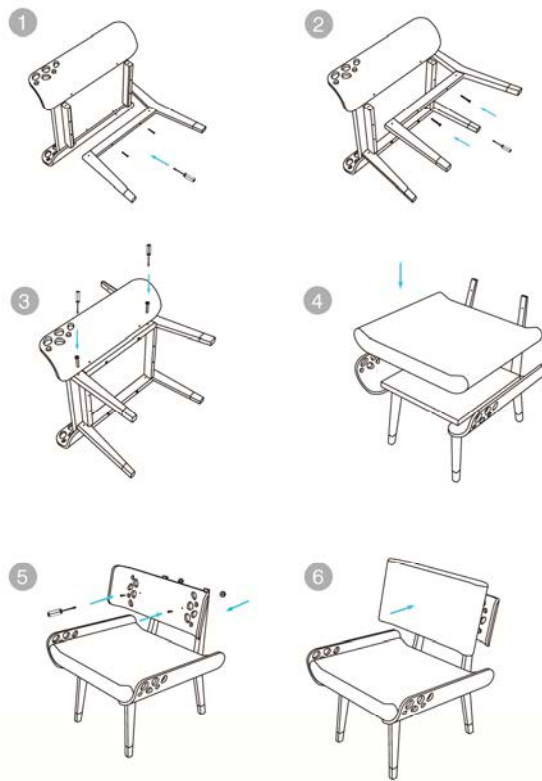
La poltrona esta compuesta a nivel cromática y materialmente por tres grandes partes. Una estructura de madera, realizada en fresno. Compuesta por cuatro patas, con terminaciones inferiores laqueadas de blanco. Las patas se dividen en pares y conforman dos piezas, que a su vez también son el soporte para anclar el respaldo.

El asiento, se compone por una estructura de travesaños de madera y laterales de Hanex curvados y calados. El respaldo también está construido en Hanex curvado y calado, y se ancla a la estructura de madera posterior por medio de tornillos. Los almohadones que dan comodidad al usuario en las superficies de contacto con el cuerpo, están tapizados y poseen espuma en su interior. Los mismos se adhieren a la pieza del respaldo y el asiento por medio de velcros.



66. DETALLES, SITUACIÓN DE USO Y PRODUCTOS QUE CONFORMAN LA FAMILIA SKANDINAVIA.

El tratamiento sobre el Hanex lleva varios procesos, donde uno de ellos es el corte por medio del waterjet previamente a ser curvado. Posee un patrón de calados en las piezas de Hanex para así lograr una disminución de peso físico y visual de los planos blancos del Hanex en el producto. Los tornillos que se encuentran por detrás sujetando el respaldo tienen la particularidad de estar escondidos dentro de una muy linda pieza torneada que no solamente es estética sino que permite armar y desarmar con la mano sin necesidad de una herramienta. Por otro lado, las piezas de Hanex que abrazan el asiento tienen en su canto superior un machimbre para así poder recibir la tapa de la mesa auxiliar y poder encastrarla.

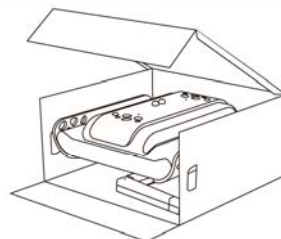


El asiento base de la poltrona viene prearmado, consta de una estructura de madera con piezas laterales curvadas y caladas hechas en Hanex. A ésta pieza base se le anclan, por medio de tornillos, dos piezas que completan la estructura inferior de la poltrona. Dos tornillos fijan cada pieza desde los laterales del asiento y cuatro desde la parte inferior. Cada pieza de apoyo es una única pieza que cuenta con un par de patas y una zona en la cual se anclará el respaldo.

El almohadón del asiento está construido con espuma y tapizado. El mismo se coloca desde la parte superior y queda contenido por las piezas laterales de Hanex.

El respaldo consta de un pieza base de Hanex calada y curvada, anclada a las piezas posteriores por medio de tornillos. La cual recibe el almohadón del respaldo y por su forma lo contiene.

La poltrona es totalmente armable y desarmable empleando únicamente un destornillador.



INFOGRAFÍA DE ARMADO BRINDADO POR EL DISEÑADOR.

Entrevista al diseñador

[Realizada por Sebastian Ruiz Diaz a razón de la tesina - Montevideo - 11/09/2018]

En tu línea de muebles Skandinavia tomaste como material referente al Hanex, ¿cómo fue tu acercamiento a este y porque decidiste utilizarlo?

Había visto el Hanex siendo usado en interiores, tanto en cocinas, como en detalles en escaleras y en decoración, por lo que me pareció una buena idea probarlo en mobiliario.

Llegué al Hanex a través de Zona M, contactándolos para realizar el Proyecto Integrador en conjunto. Me parecía que era un material que podría hacer una diferencia en mis productos, ya que podía termoformarlo. Nunca había experimentado con un material de este tipo, por lo que fue una experiencia muy enriquecedora.

Toda la línea tiene como característica común un patrón de calados en el Hanex ejecutados por medio de un Waterjet ¿Por que utilizaste esta técnica y que opinión te merece la misma?

Los prototipos que realizamos al principio fueron realizados con cnc. Si bien es una técnica muy útil, para el Hanex no era la ideal, ya que por el calor de la fresa, el hanex se derretía y habían partes que quedaban pegadas. Siendo esto un inconveniente a la hora del lijado, decidimos buscar una alternativa. El corte de waterjet nos ayudó a evitar esto. La pieza salía casi perfecta, y era mucho más fácil y llevaba menos tiempo el lijado.

Que opinión te merece como diseñador industrial la importancia de las técnicas de fabricación digital (corte láser, waterjet, impresión 3d, cnc) a la hora de producir un mueble?

Creo que nos brindan más opciones a la hora del diseño y la producción. A la vez disminuyen los tiempos, y permiten crear texturas o formas que en caso de tener que hacerlo un carpintero llevaría varias horas de trabajo. Si bien las técnicas ya existen, creo que la evolución de las mismas va a permitir experimentar nuevos horizontes. Todavía falta que se perfeccionen, como es el caso de la impresión 3D, pero creo que este tipo de fabricación está marcando una revolución industrial en nuestra época.

Viendo que estas tecnologías avanzan constantemente a nivel mundial y que cada vez más, son opciones importantes a la hora de fabricar un producto, ¿el diseño de mobiliario Uruguayo lo tiene incorporado como método productivo o todavía esta tecnología le es esquivada?

En Uruguay estas técnicas ya están incorporadas hacer varios años. Creo que es el precio de las mismas, o la idea del diseñador lo que determina si utilizarlas o no. Muchos diseñadores creen que el hecho que esté producido por un carpintero le da más valor a la pieza, lo cual creo que es cierto, pero también se puede combinar dos métodos productivos para llegar a algo nuevo y diferente.



67. IMAGEN DE PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO EN SU PORTFOLIO.

**Este producto fue desarrollado como tesis de final de carrera.*

7.5 Dirk Vander Kooij

[IMPRESIÓN 3D]



Dirk Vander Kooij es un estudio de diseño establecido en Zaadam cerca de Amsterdam, Holanda. En el 2009 Dirk se graduó de la Academia de Diseño en Eindhoven (Holanda) con un brazo robótico gigante, diseñado para extruir grandes objetos como muebles realizados con materiales reciclados.

Desde la introducción de esta nueva técnica, Dirk Vander Kooij ha creado una gran cantidad de productos innovadores con un gran impacto visual. El “diseño circular” y el uso de materiales reciclados es el todo de los trabajos de Dirk.

En los diseños de sillas, mesas, jarrones y luminarias el Estudio Dirk Vander Kooij combina la tradición con la tecnología, técnicas tradicionales de fabricación con técnicas digitales con su brazo extrusor robótico.

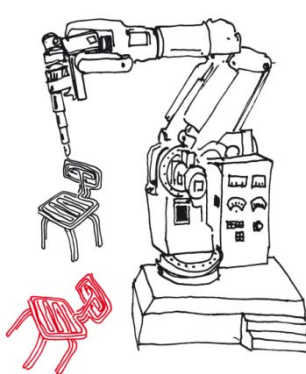
Cada pieza es producida es única.

CUBBY CHAIR

La Chubby Chair es una silla multi propósito desarrollada por medio de la técnica de impresión 3D. Es producida por medio de un brazo robótico con un extrusor de plástico en su extremo, específicamente diseñada y programada para crear este tipo de productos denominados “low-res 3d print” (impresión 3d de baja resolución). Su técnica esta inspirada en las impresoras tradicionales de FDM, donde la impresora extruye por una boquilla caliente un plástico específico. En este caso, el material utilizado es plástico reciclado de viejos refrigeradores o heladeras.



El estudio de diseño, que a su vez son ellos mismos quienes producen las piezas, se encargan de separar los plásticos, lo cual hace que los productos generados contengan entre un 96% a 100% material reciclado de un mismo tipo. Esta selección del material responde a la filosofía del estudio que califica sus diseños como circulares, donde pueden ser nuevamente reciclados sin la necesidad de separar nuevamente los diferentes materiales de cada pieza del producto.



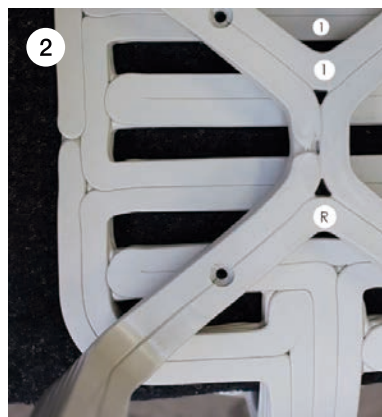
68. TALLER DEL ESTUDIO / CHIPS DE MATERIAL RECICLADO / ILUSTRACIÓN DEL ROBOT

La silla esta compuesta por dos partes, las patas y el asiento con el respaldo. Entre ellas su unen por medio de tornillos del tipo Allen. Al ser un producto que se le envía al cliente en una caja desarmado con una serie de instrucciones para montarla, recae en la categoría de mueble RTA (ready to assemble / listo para armar). Sus dimensiones generales son: 41 cm de frente, 47 cm de profundidad, 46 cm alto del asiento y 77 cm altura total. Su peso es de 9 kg.

CONTENIDO DE LA CAJA



INSTRUCCIONES DE ARMADO



1. Colocar la silla en una superficie elevada y suave.

2. Asegurarse que las patas se encuentran en la orientación indicada.
(La "R" indica la parte trasera, alinear esa parte con el lado del respaldo).

3. Colocar y ajustar los 4 tornillos allen firmemente.

Entrevista al diseñador

[Extraída de la página web www.CoolHunting.com realizada por Karen Day - Salone del Mobile Milano - Marzo 2011]

¿Cual fue el pensamiento inicial detrás de la experimentación en base a los materiales?

Mi intención era encontrar un proceso productivo que me diera la oportunidad de adaptar y cambiar pequeñas series de productos sin la complicación de moldes complejos. Con este robot, podía fabricar una silla de plástico y modificarla y ajustarla las veces que quisiera.

Quería utilizar plástico porque como material brinda una gran cantidad de oportunidades y quería mostrar un acercamiento diferente, quizás una especie de acercamiento no ortodoxo del plástico. Utilizando plástico reciclado la historia del material se convierte visible. Los colores tendrán diferentes tonos por lo que cada silla será única.

La Endless Chair esta hecha por refrigeradores reciclados, ¿que sucede la final de su vida útil? (esta pregunta también es aplicable a la Chubby Chair con ciertos aspectos a tener en cuenta)

La silla en si esta hecha de un solo material. No hay tornillos, desmontaje de partes, etc. Por lo tanto, al final de su vida útil, lo único que queda es el material, el cual puede ser fácilmente triturado hasta que el plástico mismo llegue al final de su vida útil. Es mas, nosotros trituramos los prototipos que no nos gustan y utilizamos el material para realizar nuevos prototipos.

[En el caso de la Chubby Chair se deberán quitar los cuatro tornillos para poder triturarla y volver a utilizar el material]

¿Es la sustentabilidad un factor clave en tus diseños?

No, pero rellenando la maquina con plástico reciclado me da una mejor sensación. Es un desafío ser sustentable y fue mucho mas que un desafío utilizar plásticos reciclados. Me gustan estos desafíos en el proceso de diseño porque me da ciertos limites.

¿Que consideras como propósito final con estos experimentos?

Me gusta realizar diseños honestos, donde el diseño de por si le comunique a la persona la realidad de su desarrollo. Para mi es una parte integral del diseño. La gente debe ser capaz de comprender el producto. En la Endless Chair se puede ver como la silla esta construida de un solo hilo plástico sin moldes complicados. Esto es en efecto mi propia meta.

[Esta apreciación de la fabricación de la silla también es aplicable a la Chubby Chair]

¿Ves en un futuro ser un productor masivo de tus muebles?

Esto en realidad uno de mis sueños, tener una pequeña fabrica y continuar con este tipo de proyectos. Con este proyecto-robot quiero seguir adelante hasta encontrar los limites de su producción. Quizás se convierta en un robot de producción masiva en un futuro.



70. PALETA CROMÁTICA CHUBBY CHAIR.

**La Chubby Chair fue adquirida por la colección permanente del Vitra Design Museum y The Design Museum en Londres.*

8. CONCLUSIONES

A lo largo del presente trabajo se ha pretendido demostrar como la utilización de las tecnologías de fabricación digital permiten diseñar y producir objetos de una manera diferente a las utilizadas bajo las técnicas tradicionales de fabricación.

Durante el desarrollo de cada tecnología se demuestra como ha evolucionado con el tiempo cada una de ellas y como cada tecnología avanza día a día, verificando así que, nos encontramos frente a la “cuarta revolución industrial” o como la llaman hoy en día, la Industria 4.0.

Cada una de las tecnologías tiene sus pro y sus contras en cuanto a: tamaño de las piezas que pueden producir, materiales que pueden utilizar o procesar, terminaciones, formas, velocidades productivas, etc. pero, si tanto diseñadores, arquitectos como ingenieros poseen los conocimientos adecuados sobre ellas, serán capaces de generar productos por medio estos métodos productivos que antes eran imposible de generar.

Por otro lado se mostró una clara diferencia entre el medio local y el internacional en cuanto al avance y disponibilidad de este tipo de tecnologías. También se pudo apreciar que el medio local dispone de todas las tecnologías mencionadas, no siendo estas las mejores ni las ultimas pero estando disponibles al alcance de todos para su utilización.

Por medio de cada uno de los estudios de casos, se verifica como cada una de las tecnologías es aplicada a productos de mobiliario y consideradas a la hora de producir por medio de los estudios uruguayos, siendo estos conscientes que, a nivel local, esta revolución que ya lleva varios años a nivel internacional, en Uruguay recién esta empezando.

Por otro lado, los centros educativos ya están comenzando a incorporar algunas de estas tecnologías y a brindar cursos específicos para que los estudiantes sean capaces de entenderla para así luego aplicarla.

Desarrollar este tipo de conocimientos en la etapa de estudiante le permite a la persona convertirse en un profesional mayor capacitado para enfrentarse al mercado productivo actual, tanto nacional como internacional. Esto demuestra que, el medio local esta acompañado y tratando de seguir la tendencia mundial en cuanto a los nuevos métodos productivos.

“The idea is to show a new industrial digital revolution, which is happening around us.”

Tom Dixon - Salone del Mobile Milano 2012

9. CRÉDITO DE IMÁGENES

1. <http://www.stratasys.com>
2. <https://ultimaker.com>
3. <https://www.sys-uk.com/news/3d-printing-prototype-chair-herman-miller/>
4. <https://fcd.ort.edu.uy/laboratorio-de-prototipado-3d>
5. <https://www.autodesk.com/pier-9>
6. https://www.cmsna.com/a-brief-history-on-cnc-machining-c-56_68.html
7. https://blogs.deusto.es/fablab/es_ES/talleres-3/
8. <http://dynomotion.com/Help/GCodeScreen/GCode1.png>
9. http://www.centroidcnc.com/images/mustang_dig_inmachine_800.jpg
10. <http://www.3dcadportal.com/images/stories/surfcam/surfcam1.jpg>
11. <http://fabricatupropioroutercnc.com/blog/wp-content/uploads/2012/09/4to-eje-02.jpg>
12. <http://www.cmtutensili.es>
13. <http://www.makserpress.com.tr/upload/2016/12/makserpress-makserteam-cnc-2128-pro-2.jpg>
14. <https://www.stepcraft.us>
15. <http://www.goliathcnc.com>
16. <https://cdn.ulsinc.com/assets/images/portals/learn/56f1c3c30454aa1be508b510/firstlaser.jpg>
17. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/published-papers/the-early-days-of-laser-cutting-august-2007/>
18. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/published-papers/the-early-days-of-laser-cutting-august-2007/>
19. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/Laser_CO2.es.jpg
20. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1d/LaserCutter.jpg>
21. <https://www.stylecnc.com/uploads/allimg/180104/2-1P1041601310-L.jpg>
22. https://cdn.ulsinc.com/assets/images/portals/learn/5a0b637376b67434e2573e77/laser_material_illustrations_cuttingla.jpg
23. https://cdn.ulsinc.com/assets/images/portals/learn/5a0b637f76b6740bc162d89c/laser_material_illustrations_engravingla.jpg
24. https://cdn.ulsinc.com/assets/images/portals/learn/5a0b639276b674358a241550/laser_material_illustrations_markingla.jpg
25. <https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/123d-apps/slicer-thumbnail-1679x934.jpg>
26. <https://car-images.bauersecure.com/pagefiles/20251/1040x585/lexusorigami7.jpg>
27. <https://www.lazerdelvalle.com/diferencia-entre-maquina-de-grabado-y-maquina-de-corte-laser-de-fibra-optica/>

28. <https://www.tcicutting.com/maquinas-corte/maquina-corte-laser-tci-cutting-spaceline-fiber/>
29. <https://www.tcicutting.com/maquinas-corte/maquina-corte-laser-tci-smartline-co2/>
30. https://http2.mlstatic.com/cnc-laser-maquinas-carpinteria-madera-taurus-pantografo-D_NQ_NP_14985-MLA20092791041_052014-F.jpg
31. <https://glowforge.com>
32. <https://es.3dsystems.com/our-story>
33. <https://3dprintingindustry.com/wp-content/uploads/2014/02/stereolithography.png>
34. https://es.3dsystems.com/sites/default/files/styles/image_general_full_size/public/2017-02/ProX%20950-Angle-940px_hero.png?itok=1OedEONx
35. <https://static.webshopapp.com/shops/210530/files/105186581/form-labs-form-2-sla-3d-printer-with-1-liter-stand.jpg>
36. <https://3dprintingindustry.com/wp-content/uploads/2016/05/sintering.png>
37. https://es.3dsystems.com/sites/default/files/styles/image_general_full_size/public/2017-02/ProX_DMP_320-angle_940px_hero.png?itok=sU5RmwBY
38. <https://static.formlabs.com/static/formlabs-web-frontend/img/products/fuse1/mobile/hero.png?31e7d00-5bc512b>
39. <https://3dprintingindustry.com/wp-content/uploads/2016/05/FFF-Extrusion.png>
40. http://www.stratasys.com/-/media/features/tabbed-billboard/tabbedbillboards_stratasysf900.png?h=412&w=460&la=es-ES&hash=44A6C7F94DCF3281244FE46541B1039CE9C0D63C
41. <https://ultimaker.tr3sdl.com/wp-content/uploads/2018/04/Ultimaker-S5-impresora-3D.png>
42. <https://3dprintingindustry.com/wp-content/uploads/2016/05/inkjet-binder.png>
43. <https://www.3dz.es/wp-content/uploads/2018/02/3D-Systems-ProJet-660Pro-.png>
44. https://es.3dsystems.com/sites/default/files/styles/image_general_full_size/public/2017-03/ProJet_260Plus_Angle_940_hero.png?itok=_002ml6G
45. <https://www.3dnatives.com/es/wp-content/uploads/sites/4/Contour-Crafting.jpg>
46. <https://icdn3.digitaltrends.com/image/3d-printed-house.jpg?ver=1>
47. https://static1.squarespace.com/static/5aa5807ab27e397a4cef6c2b/5aa6adef0d9297ee20806e15/5aa6adf5c8302517fb401258/1520882136539/First_Permitted_3DPrintedHome_US.JPG?format=1500w
48. <https://www.omax.com/sites/default/files/page-content/learn/how-does-waterjet-work/pump-comparison.png>
49. <https://www.klhindustries.com/sites/default/files/waterjet-cutting-thick-plastic.jpg>
50. https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSZ91pvgaYvpi0wdCl3UnQA06m797-jsr1xPhB_BwYM7DZHDIGw
51. <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ5BPR8YulIPZ1T9zAVs-x45r05DaXl3Daoku3z75vFcX6BsOWrW>
52. https://www.omax.com/sites/default/files/media/machine_banner/160x-left.png

53. <https://static1.squarespace.com/static/5ad93b2db40b9df07226e6eb/5b231d6788251b5a282586a4/5b231ddf88251b5a282597be/1529028066219/WAZER-side-OPT.jpg>
54. https://www.flowwaterjet.com/FlowWaterjet/media/Flow/2_Machines/Mach%203b/Machine%20sizes/Mach-3-3020.jpg?ext=.jpg
55. <https://www.samago.com.uy/estar>
56. <https://www.samago.com.uy/estar>
57. https://www.facebook.com/samago.uy/?fb_dtsg_ag=AdyPTDJGiqhGWTkgsN -LPuzitus1S9dYK9nbtldKnpsWg%3AAdxCks01rp7oyentAWWOT3eE-jkgu25mHJA0Yuth6Pm9Yw
58. <https://www.samago.com.uy/dormitorio>
59. https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQC7eSo---QFR_uu4A1gQ5wloYP9THF0LwGHZl_jf74PP5M3QtRMw
60. <https://blogyarq.blogspot.com/2015/10/banco-street-fighter-elemento.html>
61. <https://www.elemento.com.uy/es-streetfighter-banco>
62. <https://blogyarq.blogspot.com/2015/10/banco-street-fighter-elemento.html>
63. <https://www.sebastiangranotich.com.uy/ovi>
64. <https://www.sebastiangranotich.com.uy/ovi>
65. <http://arqa.com/disenio/disenio-industrial/ovi-innovacion-fabricacion-mobiliario.html>
66. <http://zonam.com.uy/Skandinavia.pdf>
67. <https://www.behance.net/mkugel>
68. <https://coolhunting.com/design/studio-visit-dirk-vander-kooij/>
69. <https://www.dirkvanderkooij.com/collections/collection/products/chubby-chair>
70. https://www.reddit.com/r/3Dprinting/comments/7hwywn/this_is_dirk_van_der_kooij_3d_printed_chair_dutch/

10. BIBLIOGRAFÍA

Artículos.

1. <https://www.darcmagazine.com/architectural-articulation/>
2. <https://www.autodesk.com/pier-9>
3. <https://www.dezeen.com/2015/04/08/made-in-ratio-wooden-alpha-chair-a-shaped-back-computer-controlled-cutting-milan-2015/>
4. <http://www.cnc.com/the-history-of-computer-numerical-control-cnc/>
5. <http://www.cam-machine.com/history-of-cnc-milling-and-turning-machines/>
6. <https://es.wikipedia.org/wiki/G-code>
7. https://en.wikipedia.org/wiki/Laser_cutting
8. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/published-papers/the-early-days-of-laser-cutting-august-2007/>
9. <https://wiki oulu.fi/pages/viewpage.action?pageId=69796385>
10. https://intranet.bibliotecasgc.bage.es/intranet-tmpl/prog/local_repository/documents/17854.pdf
11. https://es.wikipedia.org/wiki/Impresión_3D
12. <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide#04-processes>
13. <https://edition.cnn.com/2014/02/13/tech/innovation/the-night-i-invented-3d-printing-chuck-hall/#>
14. <https://www.iconbuild.com>
15. <https://www.3dnatives.com/es/fabricantes-de-impresoras-3d-de-casas/>
16. <https://es.3dsystems.com>
17. <https://www.3dnatives.com/es/tecnologias-3d/>
18. <https://3dprintingindustry.com>
19. <https://www.omax.com/learn/history-of-waterjet>
20. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/bmfciv996c/doc/bmfciv996c.pdf>
21. <https://www.onestopsealing.co.uk/water-jet-cutting/history-water-jet-cutting>
22. <https://www.hydro-lazer.com/blog/history-of-waterjet-cutting/>
23. <https://www.wazer.com>
24. <http://www.anibalabbate.com/hidrocorcortes.php>
25. <https://www.samago.com.uy>
26. <https://www.elemento.com.uy>
27. <https://www.surdicodesign.com>
28. <https://www.sebastiangranotich.com.uy>

29. <https://www.dirkvanderkooij.com>
30. <https://www.the-nomad-magazine.com/en/story-features/issue-5/dirk-vander-kooij.html>
31. <https://www.designboom.com/design/dirk-vander-kooij-endless-at-dmy-berlin-2011/>
32. <https://www.designboom.com/design/dirk-vander-kooij-chubby-rvr-chair-mcbw-02-23-2016/>
33. <https://coolhunting.com/design/dirk/>
34. <https://www.dezeen.com/2012/06/26/technology-and-design-the-digital-industrial-revolution/>