

MT09 - Fresado computacional

FAB
LAB
BCN

Clase 08/03:

- **Presentación MT09**
- **Q&A - conversation**
- **Desafío**

CNC

CONTROL NUMERICO POR COMPUTADOR

La fabricación por CNC (Control Numerico por Computador) es una tecnología de fabricación sustractiva: los objetos son creados gracias a la extracción de material a partir de un bloque sólido usando una variedad de herramientas cortantes.

CNC // HISTORIA

HISTORIA DE LA FABRICACIÓN POR CNC

- La primera máquina programable fue creada a finales de los 40 en el MIT. Usaba tablillas con agujeros para codificar cada movimiento.
- El avance de las computadoras en los 50 y 60 añadieron la "C" en "CNC" y provocaron un cambio radical en la industria.
- Hoy en dia, las máquinas de CNC son sistemas roboticos avanzados con múltiples ejes y multi Herramienta.



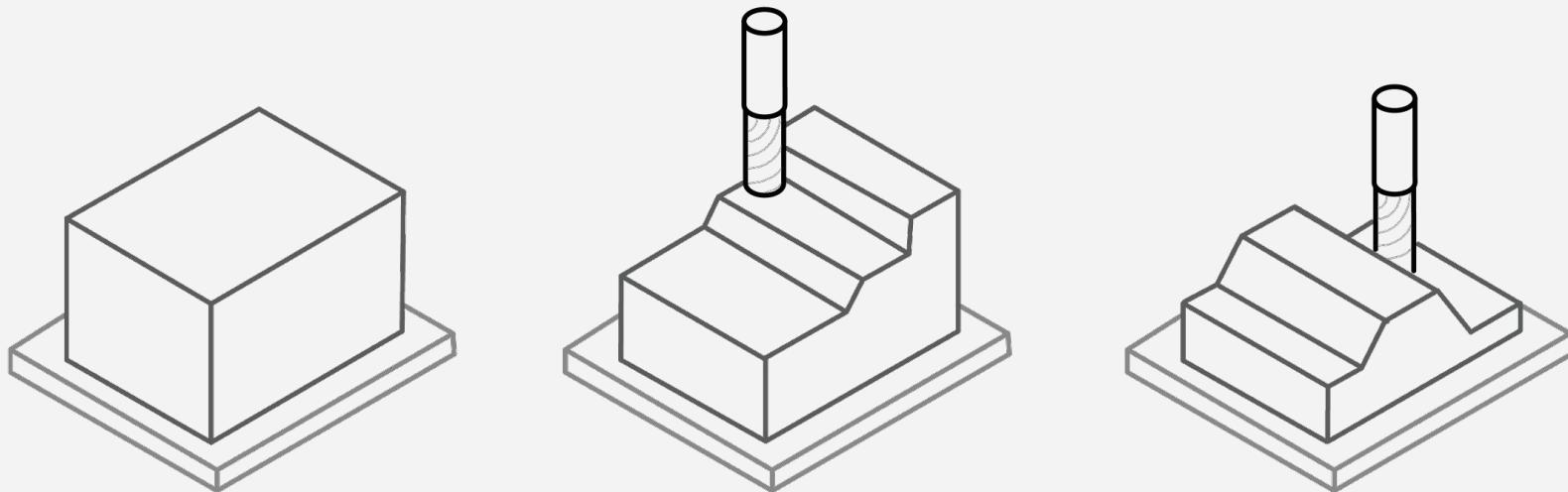
CNC // HISTORIA

HISTORY

- In 1775, John Wilkinson- cannon boring machine (lathe).
- In 1881, Eli Whitney- milling machine.
- In 1947, Mr. John Parsons began experimenting for using 3-axis curvature data to control the machine tool motion for the production for aircraft components.
- In 1949, parsons- first NC machine.
- In 1951, MIT was involved in the project.
- In 1955, after refinements NC became available in industry
- Today, modern machinery are CNC milling machines and lathes.



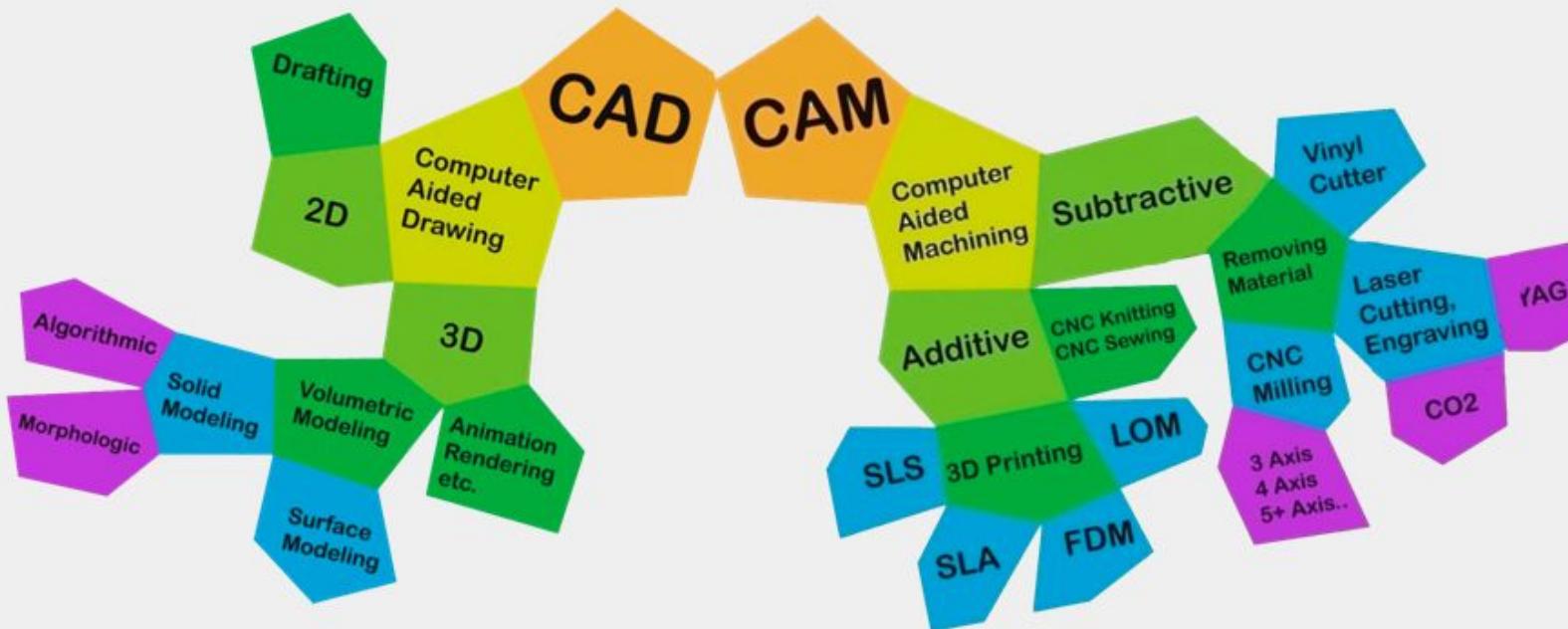
CNC// PROCESO



A partir de un bloque, se corta el material sobrante hasta conseguir el modelo deseado.

Digital Fabrication

CNC// PROCESO





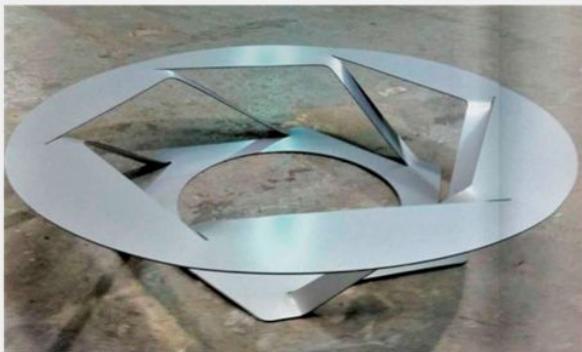
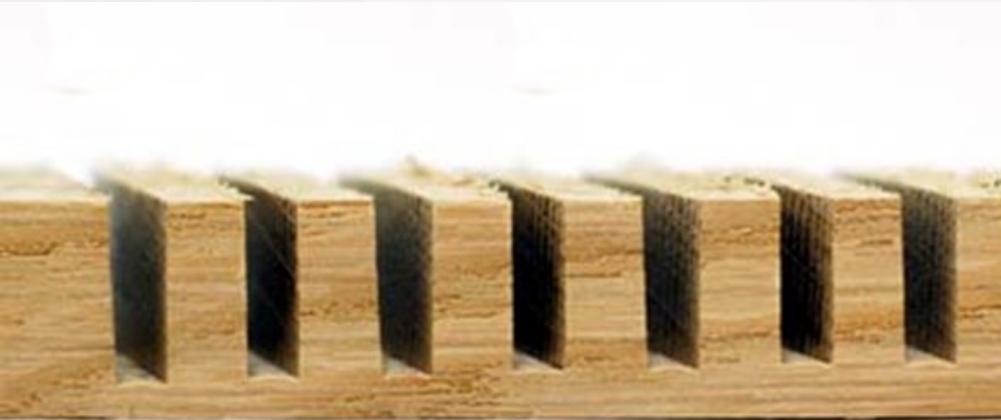
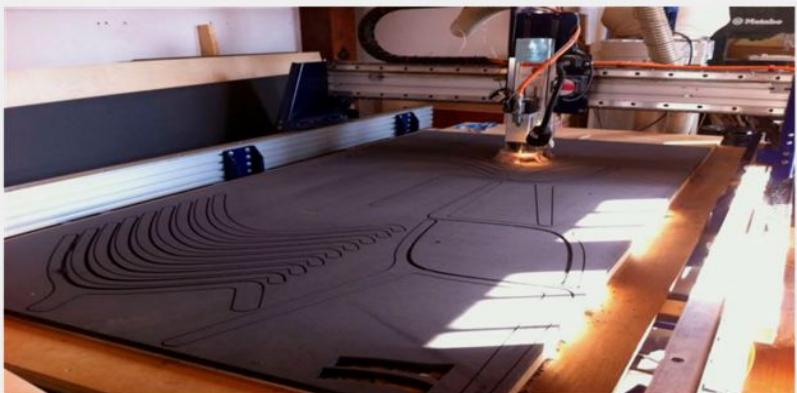
HUBS

CNC// CORTES

Existen 2 maneras principales de trabajar, cortes 2D de partes con un ensamblaje posterior o cortes 3D de piezas enteras.



CNC// CORTES



POR QUÉ CNC?

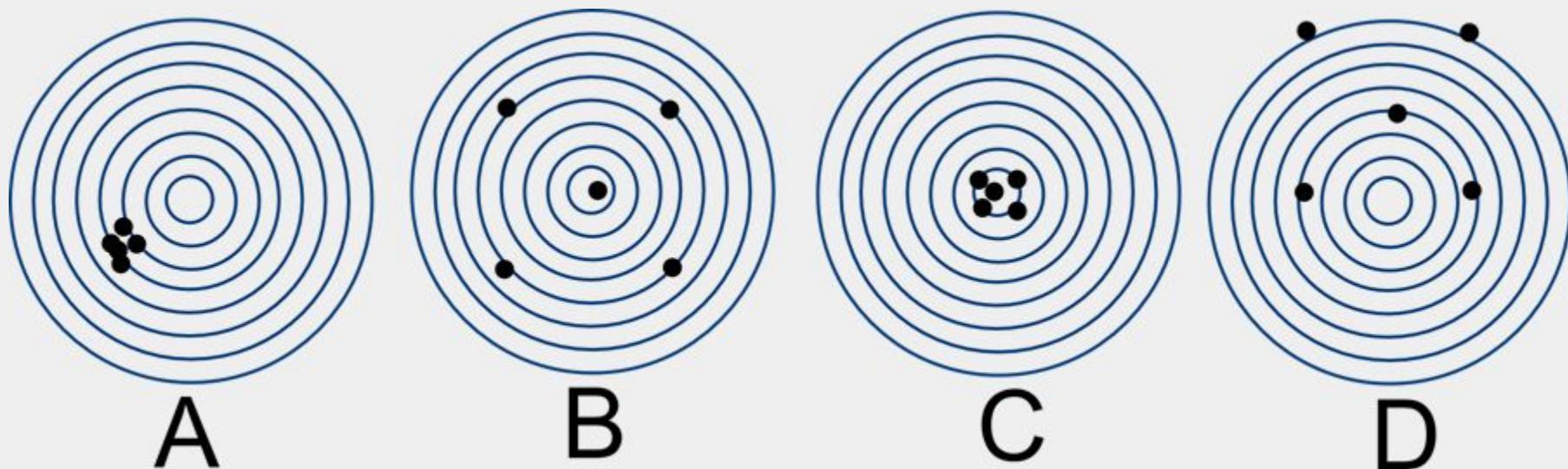
CNC// AUTOMATIZACIÓN



La automatización de usar maquinaria CNC tiene muchos beneficios, incluyendo la reducción de fatiga del operario, la disminución de los errores causados por los errores humanos y una predicción de tiempo de producción consistente para cada pieza.

CNC// PRECISIÓN

La segunda ventaja importante de la tecnología CNC es la consistencia y la **precisión de las piezas de trabajo**. Las máquinas CNC actuales tienen un índice de precisión típico de entre 2 y 4 milésimas de pulgada o de entre **0,05 y 0,10 mm y una repetibilidad cercana o mejor**. Esto significa que, una vez verificado un programa, se pueden producir fácilmente dos, diez o mil piezas de trabajo idénticas con la misma precisión y consistencia.





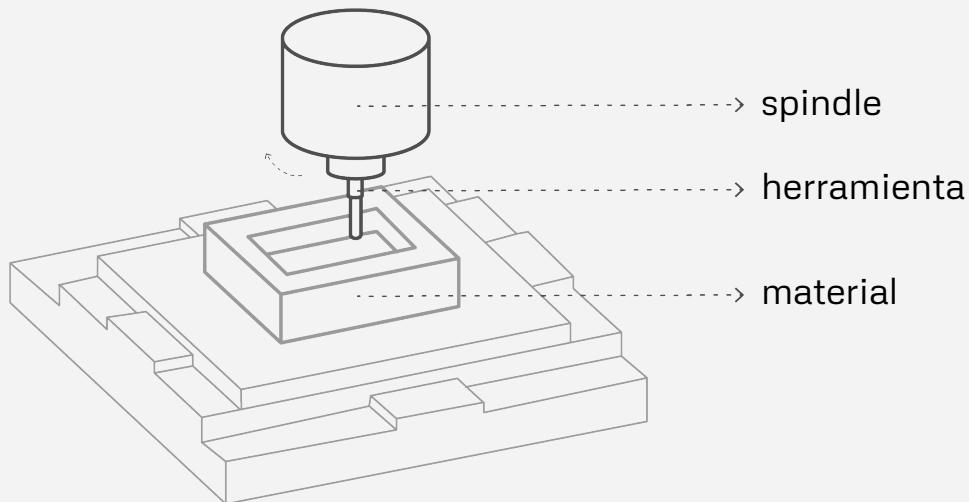
La máquina CNC no toma descansos y, aunque el operario humano lo haga, puede preparar el trabajo para que la máquina lo realice por sí sola mientras él realiza otro trabajo.

CNC// **FLEXIBILIDAD**

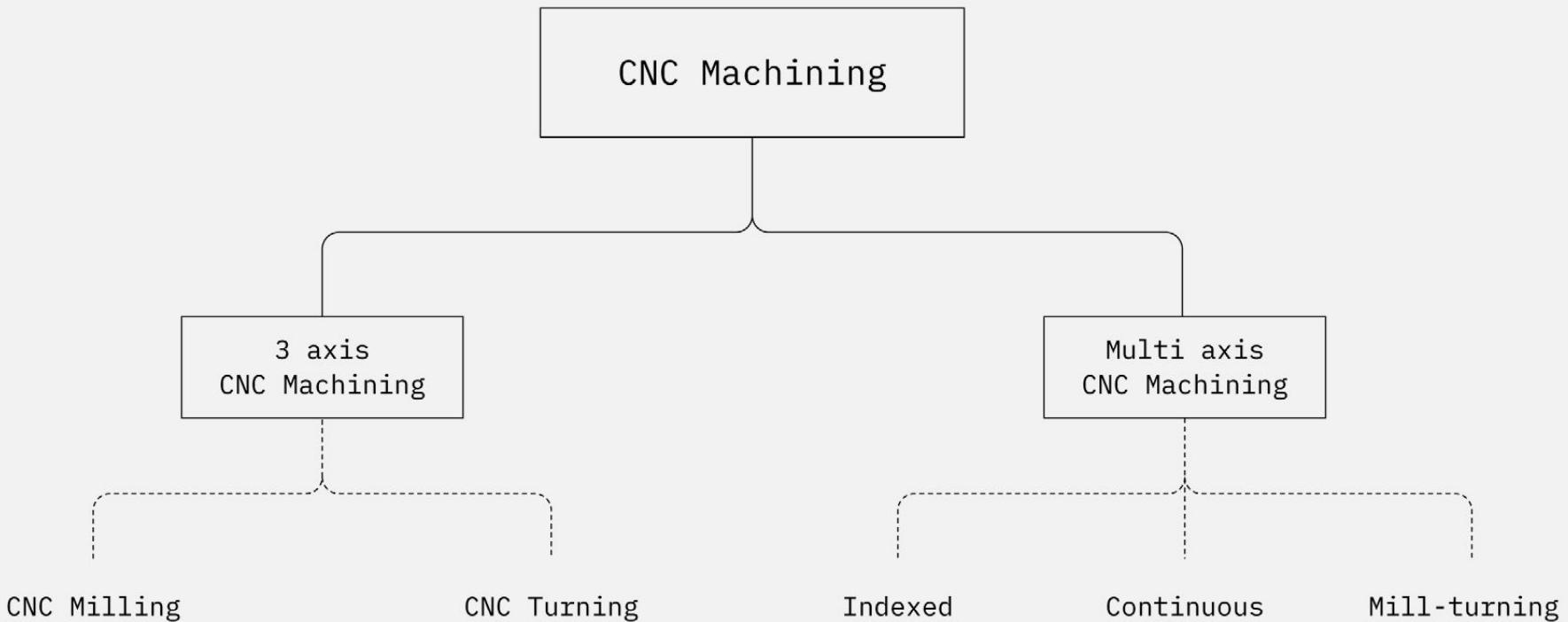
Dado que estas máquinas se manejan a partir de programas informáticos, fabricar una pieza diferente es tan fácil como cargar un programa diferente. La **reducción** resultante del número de máquinas necesarias en un taller de fabricación de madera es otra ventaja digna de mención. Menos trabajo en curso (WIP) también se traduce en un menor inventario y una menor inversión en recursos sin valor añadido.

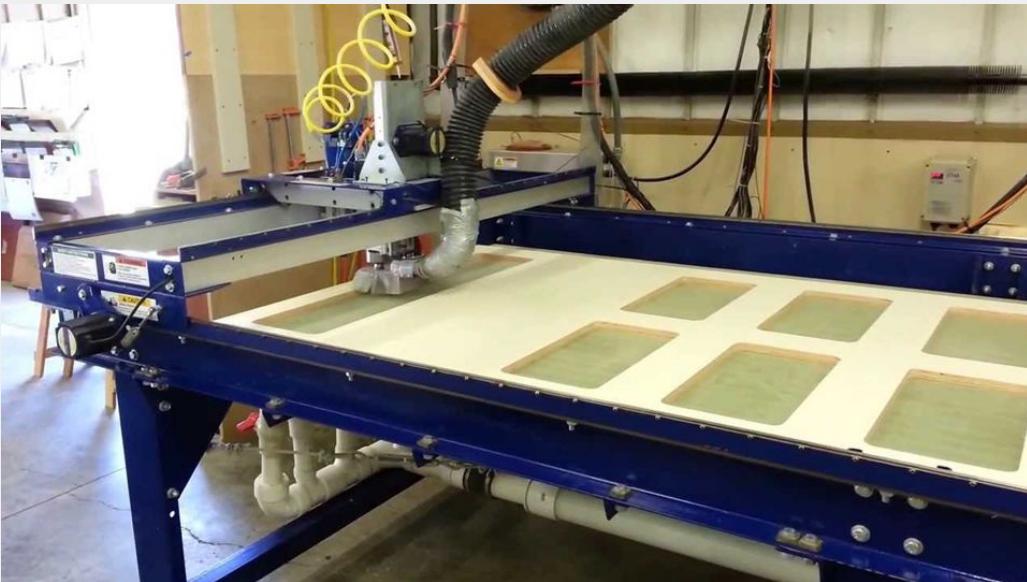
ANATOMÍA DE UNA CNC

CNC// ANATOMÍA

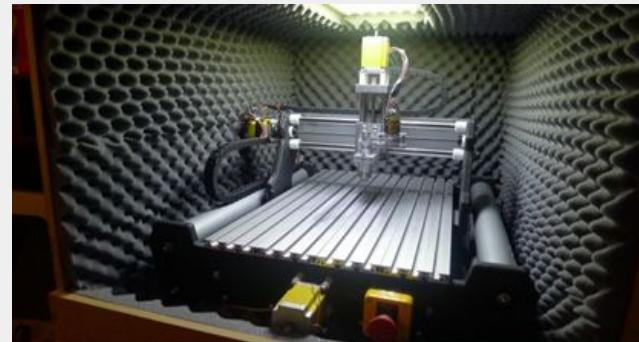


CNC// TYPES





CNC// 3 EJES

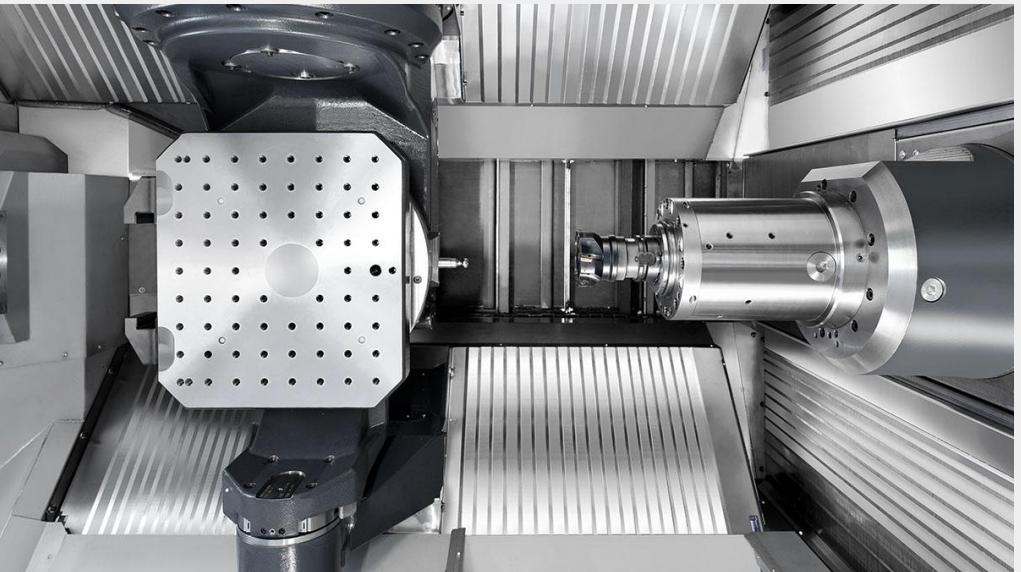


CNC// 4 EJES





CNC//
5 EJES



 COLÁS
MACHINERY

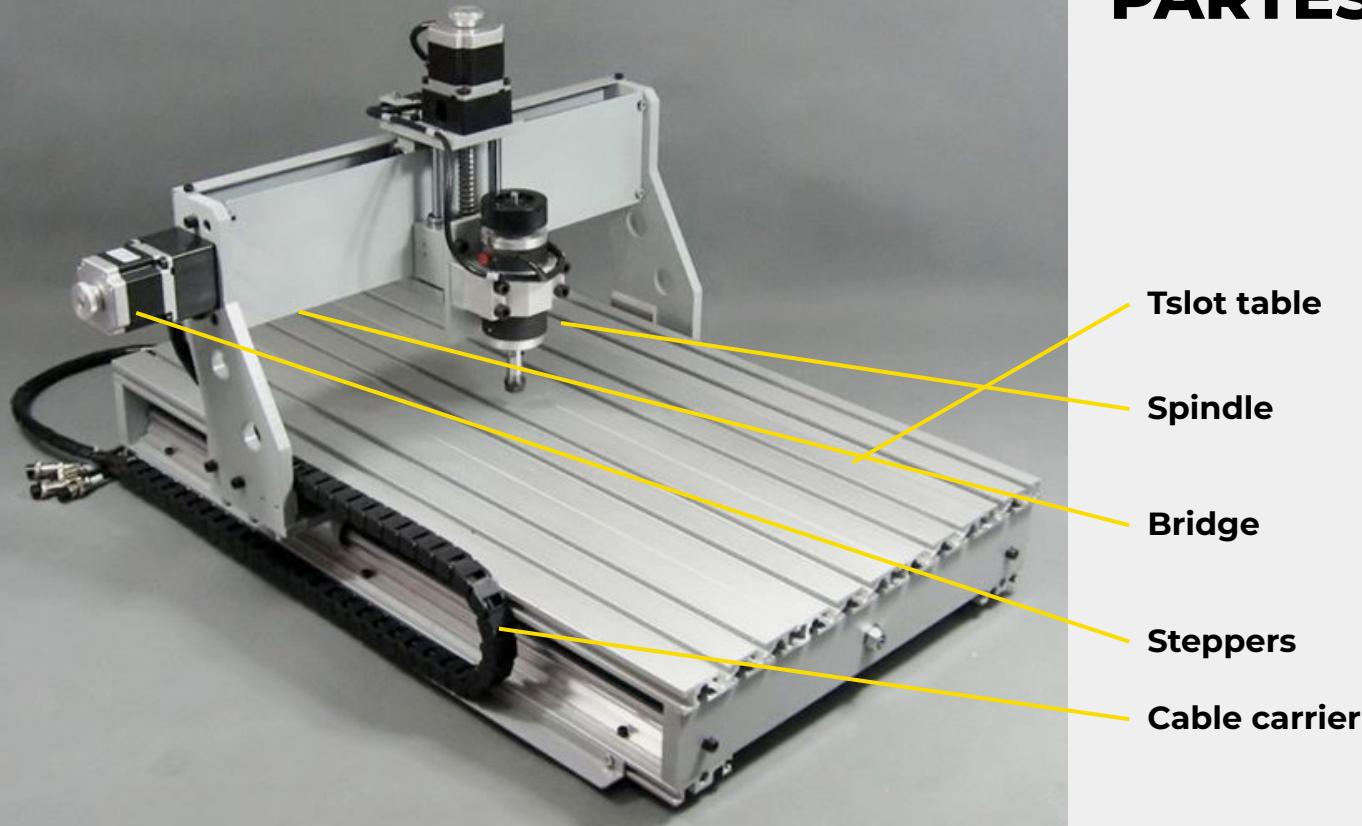


CNC// MANUAL O GUIADA



CNC// PARTES

6040Z+D





Router

- Mas economico
- Se pueden encontrar recambios en una ferrería...
- Actualizable
- Funciona en base a RPM
- Solo puede cortar materiales blandos (madera, acrilico, ...)
- Velocidad controlada solo via hardware

CNC//
MOTOR



Spindle

- Mas silencioso!
- Mas potencia
- Rodamientos de precisión
- Calidad comercial (larga vida útil)
- Velocidad variable y controlada por software

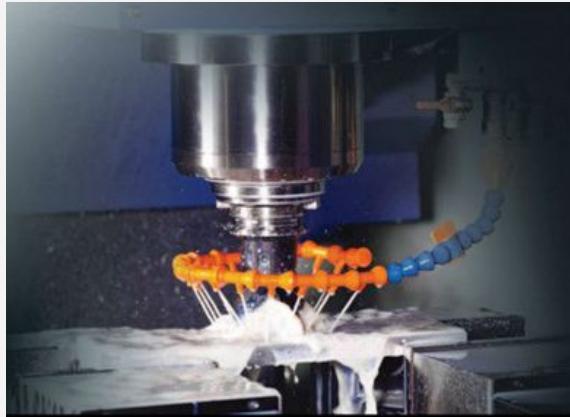
CNC// LUBRICACIÓN

LUBRICACIÓN AUTOMÁTICA

CARO-el lubricante automático necesita un compresor de aire o agua y mayor espacio

SUCIO-el lubricante acaba en todas partes dentro de la máquina

PODEROSO-puede cortar metales y materiales muy duros



LUBRICACIÓN MANUAL

ECONÓMICO-máquinas con menos partes

LIMPIO-con un aspirador, no se necesita limpiar todo

DÉBIL-puede cortar madera, espuma, plásticos, composites blandos o metales blandos con lubricación





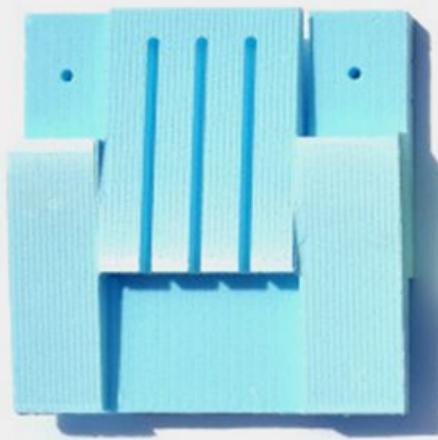
CNC// COLLET

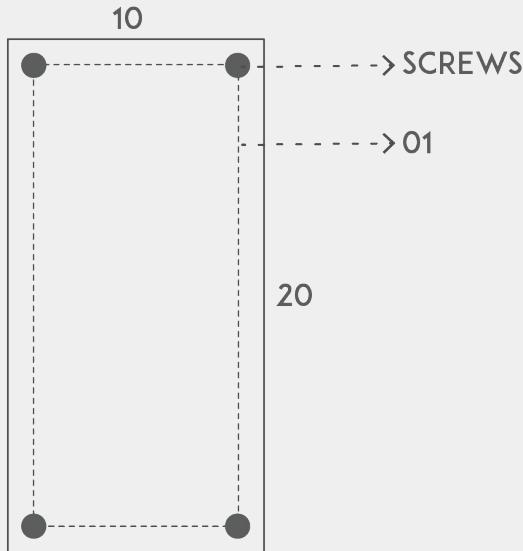
La broca se sujeta en la fresadora con un “collet”.

Un “collet” está diseñado para sujetar una broca con mucha más fuerza que un portabrocas típico. Para herramientas de alta gama (spindles) están diseñados para ser cambiados rápidamente, algunos incluso tienen con ATC (cambiadores automáticos de herramientas)

DESIGN FOR MACHINING

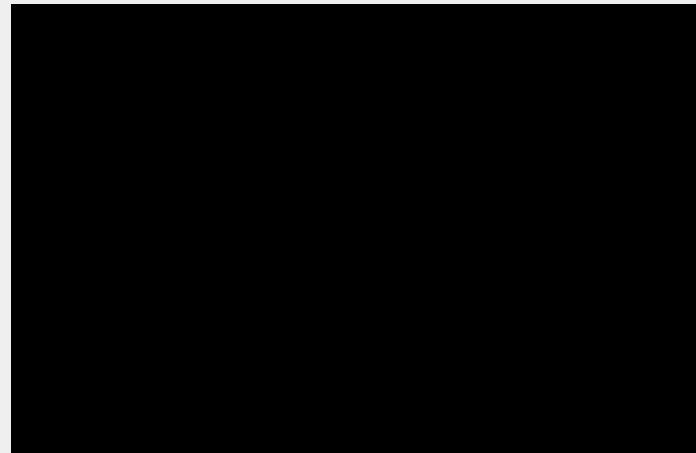
DISEÑO PARA FABRICACIÓN





Posición de los tornillos

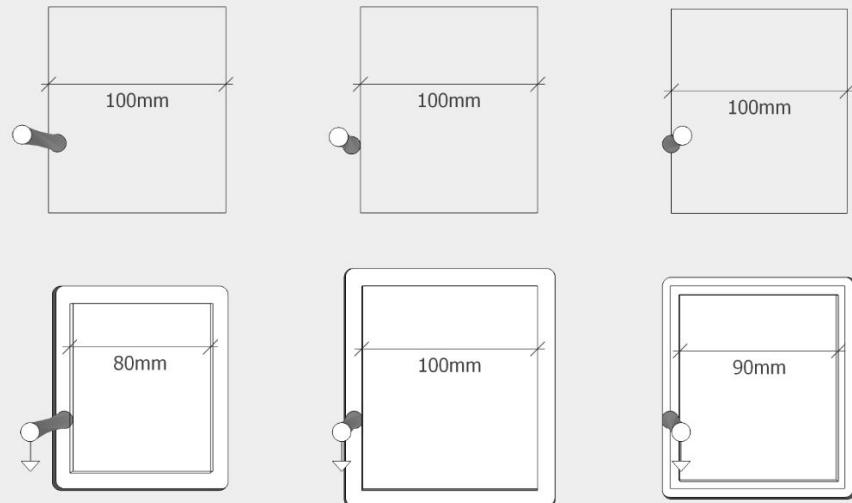
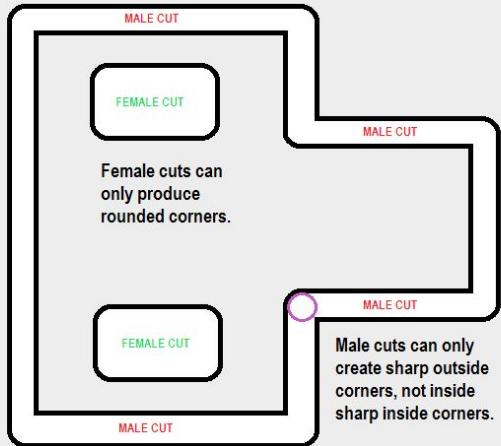
Entre dos piezas:
 \varnothing herramienta + espacio seguridad
(3mm) + \varnothing Tornillo + espacio seguridad
(3mm)+ \varnothing herramienta



Posición de la mesa de trabajo

Generalmente, el lado largo es el eje X
Material en dirección del eje X

CNC// IN - OUT - ON



Strategia de piezas

Cortes complejos en vectores cerrados pueden tener distintos cortes

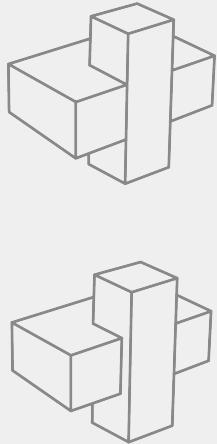
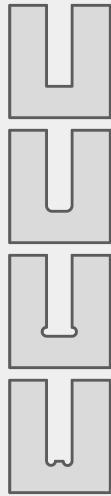
Tipos de corte

ON- centrado en la linea

OUT- fuera de la linea cerrada

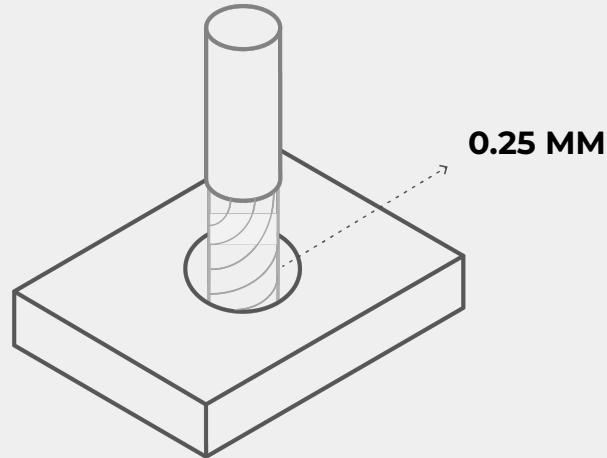
IN - dentro de la linea cerrada

CNC// DFM



Estrategia de fijación

Cuidado con las esquinas redondeadas (Dog-T bones)



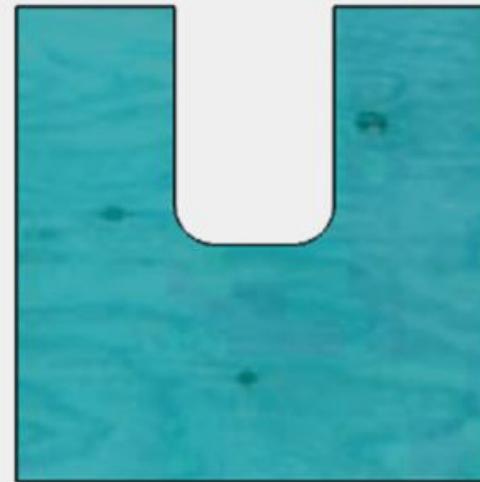
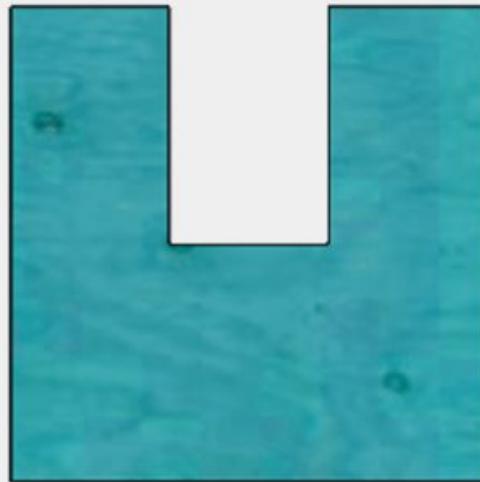
Tolerancias

Probar el material antes de cortar

LÁSER VS CORTADORAS ROTATIVAS

Debido a su canal de corte muy pequeño, una cortadora láser puede producir una esquina interior con un ángulo agudo, mientras que una cortadora rotativa que utiliza una herramienta física se limita a las esquinas interiores redondeadas en el radio de la herramienta de corte

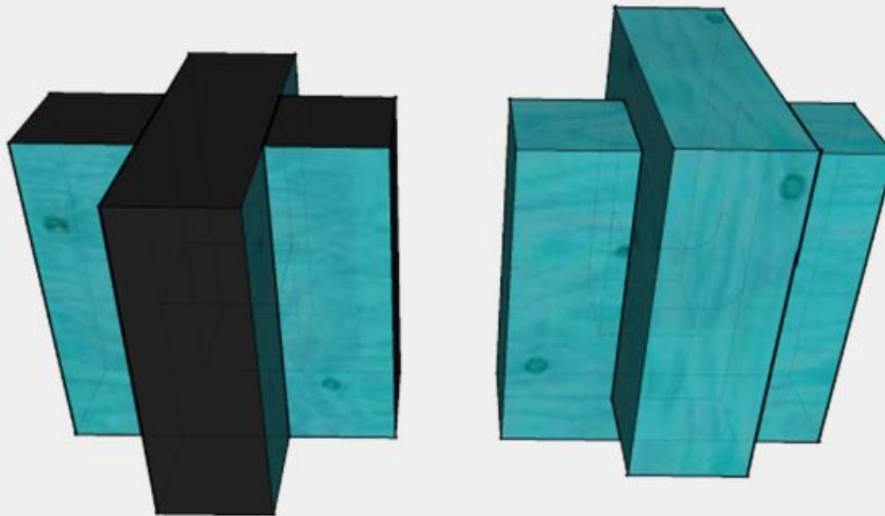
CNC//
FILLETS



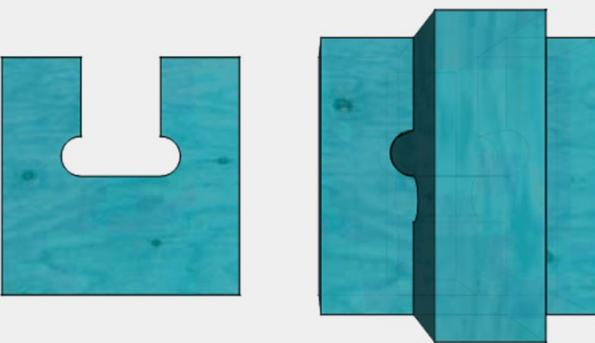
LÁSER VS CORTADORAS ROTATIVAS

Sin embargo, la versión cortada con fresadora no funciona. Las esquinas redondeadas chocan entre sí y los bordes de la pieza no se alinean. Se puede cortar cada ranura un poco más profunda, por supuesto, y en algunas aplicaciones esto puede estar bien, pero al hacerlo se deja un vacío en el centro de la junta y se concentra la tensión en las esquinas redondeadas.

CNC// FILLETS

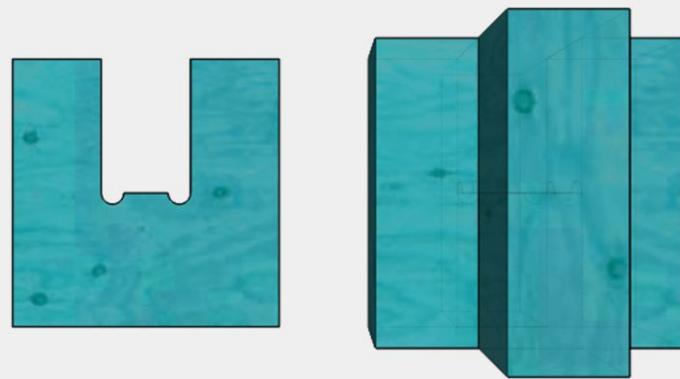


CNC// FILLETS



T- BONE

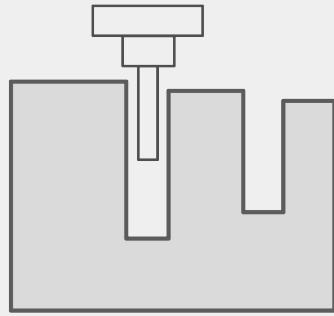
Ahora las caras interiores de los solapamientos de los bordes se acoplan limpiamente. Por otro lado, los chaveteros redondos son visibles en la junta ensamblada.



DOG BONE

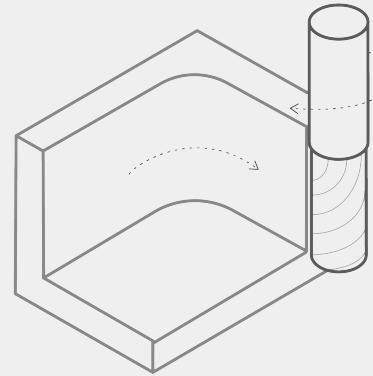
En promedio, este método ofrece el mejor compromiso, según mi opinión: Las zonas planas entre los chaveteros se asientan firmemente entre sí y los propios chaveteros quedan ocultos dentro de la junta.

PERO SU HERRAMIENTA TIENE QUE SER LO SUFICIENTEMENTE PEQUEÑA



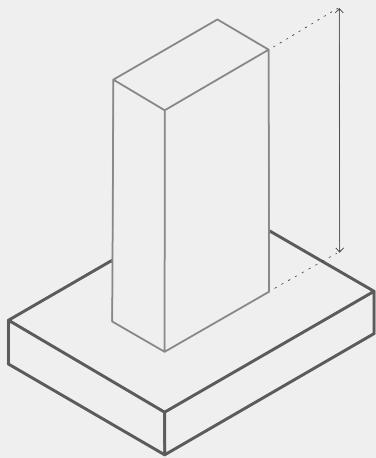
Longitud de la cuchilla

Medir la profundidad de corte con la longitud de la herramienta



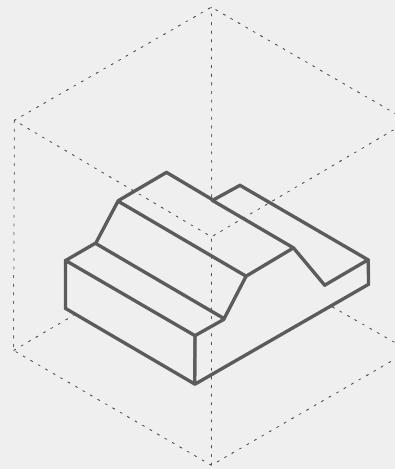
Geometría de la herramienta

La mayoría de las herramientas de corte para el mecanizado CNC tienen una forma cilíndrica con un extremo plano o esférico, lo que restringe las geometrías de las piezas que pueden producirse.



Características de la altura

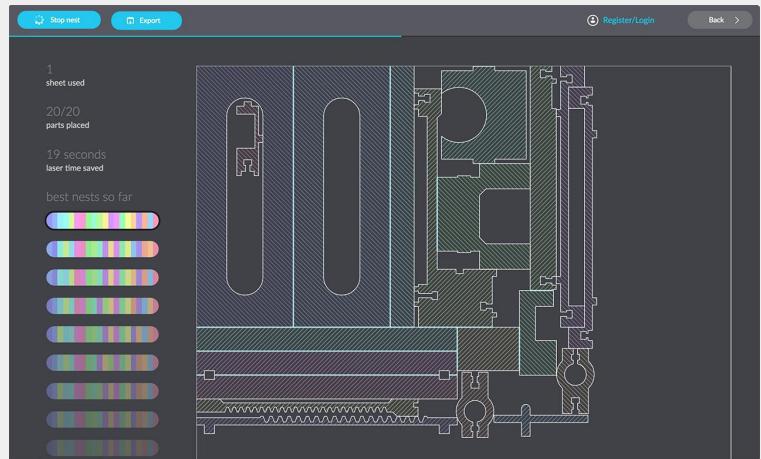
Depende mucho del puente de la máquina pero en promedio de 80-100mm



Tamaño máximo de material

Big Trex : 3000mm x 1600mm x 150mm
Shopbot : 2500 mm x 1250 x 150mm
Trex 1215 : 1470 x 1200 x 100mm

CNC// NESTING



Maximizar material

- [Deepnest.io](https://deepnest.io)
- [Svgnest.io](https://svgnest.io)
- [RhinoNest](https://rhinonest.com)



CNC// BASIC APPROACHES

STACK OF SECTIONS



GRID OF SECTIONS



GRAPHIC PROFILE



THIS PROCEDURE :

-SAVE MONEY

- SAVE TIME

-LESS WASTED MATERIAL

- MISTAKE FORGIVING

CNC//
DFM

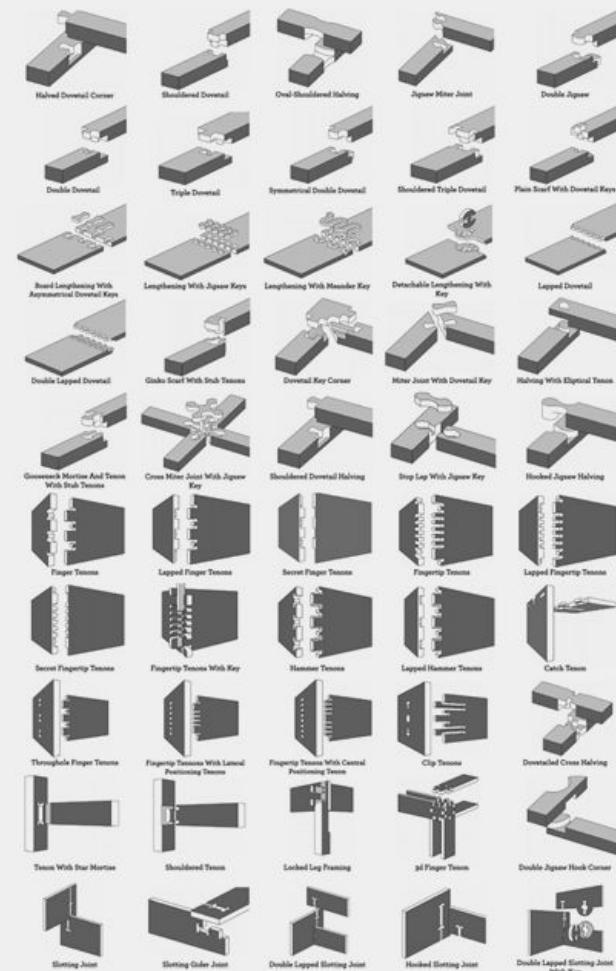




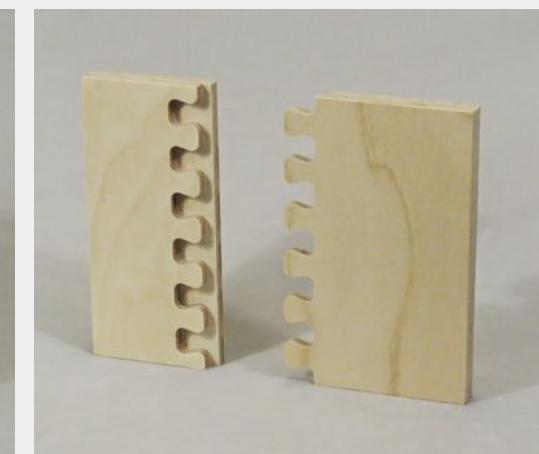


Gregg Fleishman's router aesthetics

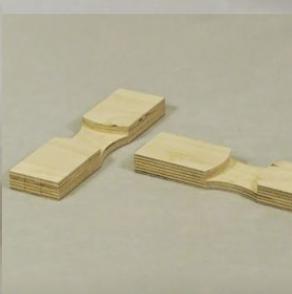
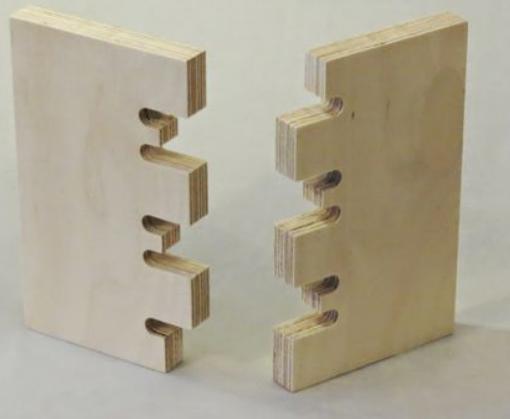
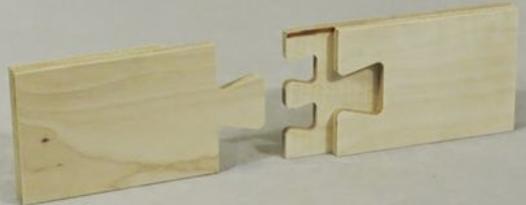
50 DIGITAL JOINTS



CNC//
CNC UNIONES



Estrategias de cortes para cnc

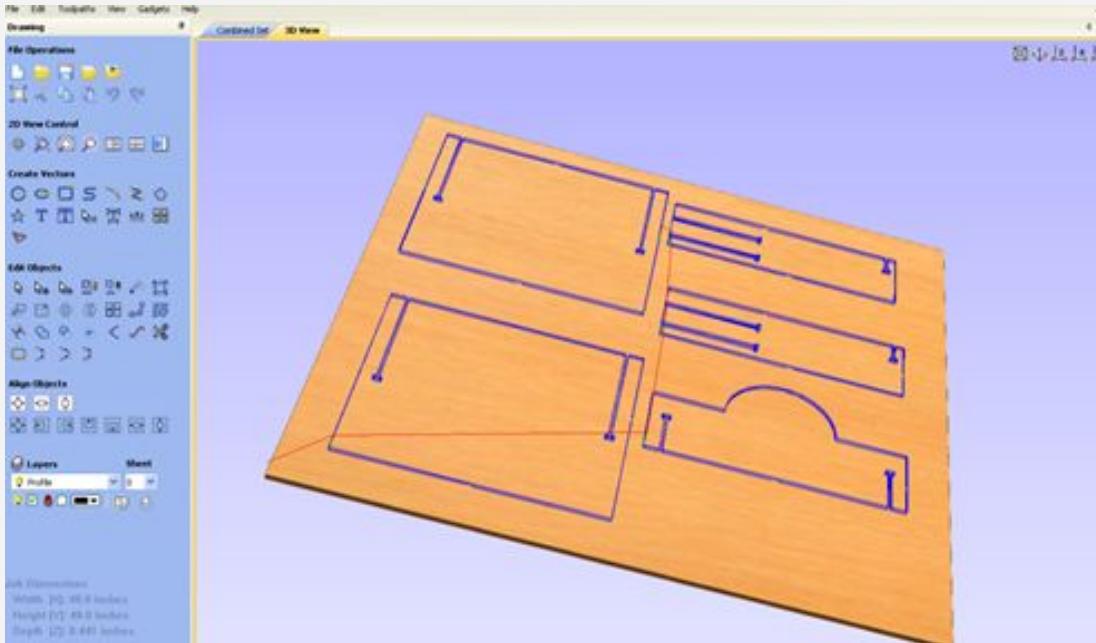


Multiples tipos de nudos para cnc

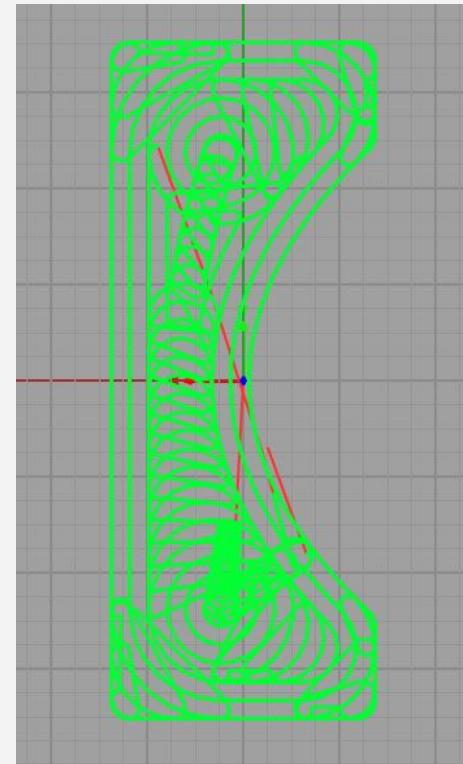
TOOLPATH

Un toolpath es la ruta codificada definida por el usuario que sigue una herramienta de corte para mecanizar una pieza.

Se representan en la pantalla mediante líneas y curvas que representan la trayectoria del centro inferior de la herramienta de corte. Los toolpath de pocketing graban la superficie del material, mientras que los toolpath de perfil cortan todo el material.



CNC// TOOLPATH



G-CODE

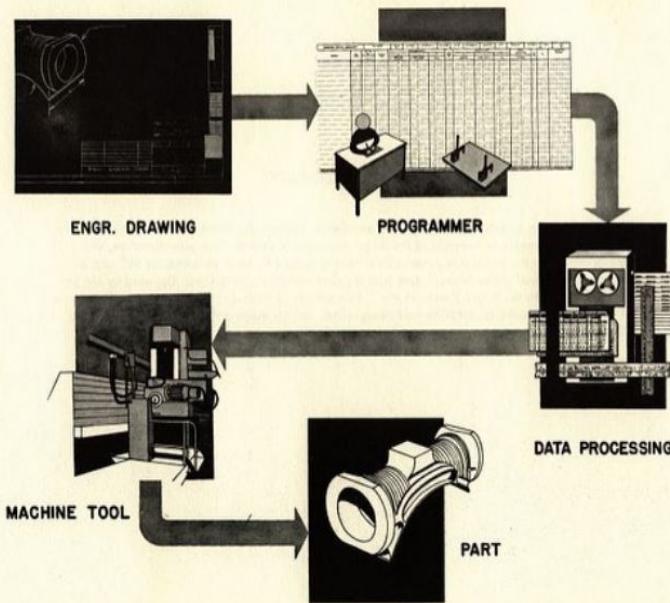
El programa CNC está escrito en un lenguaje de bajo nivel denominado G y M, estandarizado por las normas 6983 de ISO (Organización Internacional de Normalización) y RS274 de EIA (Alianza de Industrias Electrónicas)

Compuesto por instrucciones **Generales (código G)** y **Misceláneas (código M)**. El programa presenta un formato de frases conformadas por bloques, encabezados por la letra N, tal como vemos en la figura de abajo, donde cada movimiento o acción se realiza secuencialmente y donde cada bloque está numerado y generalmente contiene un solo comando.

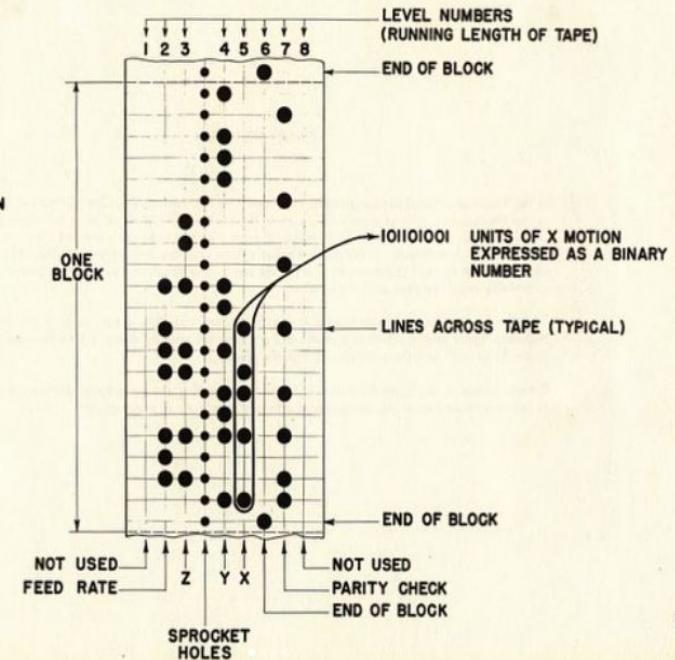
CNC // CONTROL

1961 introduction to CNC for Boeing engineers.

BASIC AREAS OF NUMERICAL CONTROL

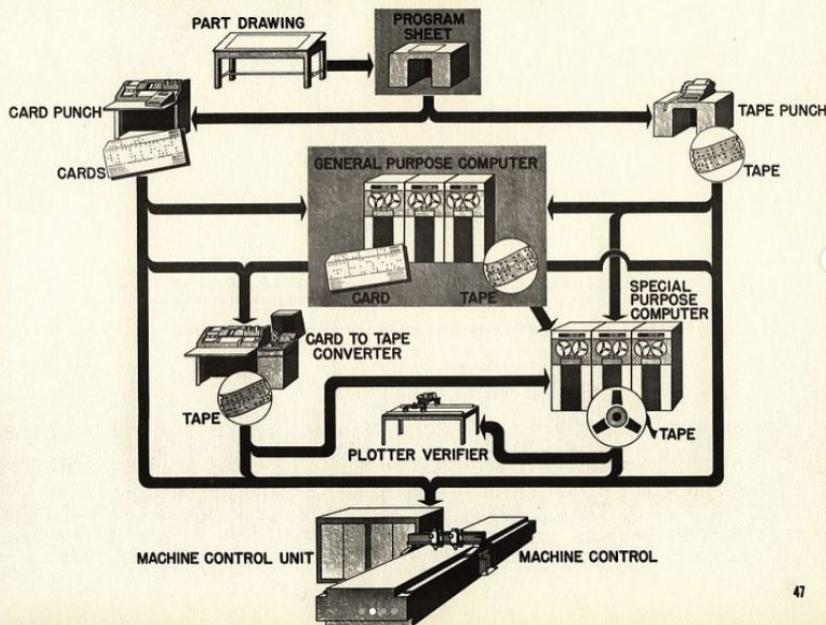


PERFORATED TAPE FOR CONTINUOUS PATH



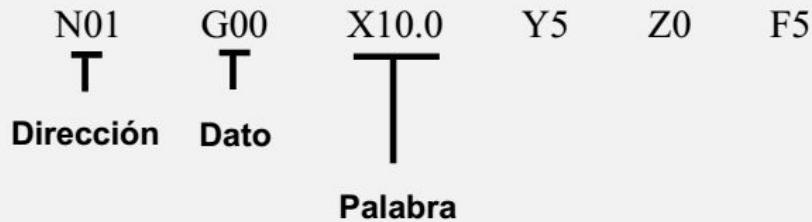
CNC // CONTROL

NUMERICAL CONTROL PROCESS FLOW



FLEXIBILITY

- CHANGE PART SETUP IN MINUTES
- MACHINE ALL TYPES OF PARTS
- PERFORM SEVERAL OPERATIONS DURING ONE SETUP
- REDUCE TOOLING REQUIREMENTS
- CONTROL TAPES CAN BE EXCHANGED BETWEEN MANY USERS



X / Y / Z POSICIÓN ABSOLUTA
M02 / M30 FIN DE PROGRAMA
G 20 UNIDADES EN INCHES
G 21 UNIDADES EN MM
G 00 POSICIONAMIENTO RÁPIDO
G01 MOVIMIENTO LINEAR (CORTE)

CNC// G-CODES

CÓDIGOS G	CÓDIGOS M
G00: Posicionamiento rápido (sin maquinario)	M00: Parada opcional
G01: Interpolación lineal (maquinando)	M01: Parada opcional
G02: Interpolación circular (horaria)	M02: Reinicio del programa
G03: Interpolación circular (antihoraria)	M03: Hacer girar el husillo en sentido horario
G04: Compás de espera	M04: Hacer girar el husillo en sentido antihorario
G10: Ajuste del valor de offset del programa	M05: Frenar el husillo
G20: Comienzo de uso de unidades imperiales (pulgadas)	M06: Cambiar de herramienta
G21: Comienzo de uso de unidades métricas	M07: Abrir el paso del refrigerante B
G28: Volver al home de la máquina	M08: Abrir el paso del refrigerante A
G32: Maquinar una rosca en una pasada	M09: Cerrar el paso de los refrigerantes
G36: Compensación automática de herramienta en X	M10: Abrir mordazas
G37: Compensación automática de herramienta en Z	M11: Cerrar mordazas
G40: Cancelar compensación de radio de curvatura de herramienta	M13: Hacer girar el husillo en sentido horario y abrir el paso de refrigerante
G41: Compensación de radio de curvatura de herramienta a la izquierda	M14: Hacer girar el husillo en sentido antihorario y abrir el paso de refrigerante
G42: Compensación de radio de curvatura de herramienta a la derecha	M30: Finalizar programa y poner el puntero de ejecución en su inicio
G70: Ciclo de acabado	M31: Incrementar el contador de partes
G71: Ciclo de maquinado en torneado	M37: Frenar el husillo y abrir la guarda
G72: Ciclo de maquinado en frenteado	M38: Abrir la guarda
G73: Repetición de patrón	M39: Cerrar la guarda
G74: Taladrado intermitente, con salida para retirar virutas	M40: Extender el alimentador de piezas
G76: Maquinar una rosca en múltiples pasadas	M41: Retraer el alimentador de piezas
G96: Comienzo de desbaste a velocidad tangencial constante	M43: Avisar a la cinta transportadora que avance
G97: Fin de desbaste a velocidad tangencial constante	M44: Avisar a la cinta transportadora que retroceda
G98: Velocidad de alimentación (unidades/min)	M45: Avisar a la cinta transportadora que frene
G99: Velocidad de alimentación (unidades/revolución)	M48: Inhabilitar Spindle y Feed override (maquinar exclusivamente con las velocidades programadas)
	M49: Cancelar M48
	M62: Activar salida auxiliar 1
	M63: Activar salida auxiliar 2
	M64: Desactivar salida auxiliar 1
	M65: Desactivar salida auxiliar 2
	M66: Esperar hasta que la entrada 1 esté en ON
	M67: Esperar hasta que la entrada 2 esté en ON
	M70: Activar espejo en X
	M76: Esperar hasta que la entrada 1 esté en OFF
	M77: Esperar hasta que la entrada 2 esté en OFF
	M80: Desactivar el espejo en X
	M88: Llamada a subprograma
	M99: Retorno de subprograma

CNC// TERMINOS

- **ROUGHENING** DESBASTAR GRAN PARTE DEL MATERIAL PERO NO TODO
- **FINISHING** MECANIZAR EL RESTO HASTA EL MODELO DESEADO
- **PROFILE** CORTAR POR UNA LÍNEA
- **STEP OVER** CUANTA HERRAMIENTA ESTÁ CORTANDO
- **STEP DOWN** PROFUNDIDAD DE CORTE EN UNA PASADA
- **FEED** VELOCIDAD DE CORTE

- **PLUNGE** CORTE VERTICAL
- **LEAD IN/ENGAGE** COMO HACER LA ENTRADA AL MATERIAL
- **POCKETING** CORTE DE VACIADO DENTRO DE UNA FORMA CERRADA
- **FACING** APLANAR TODA LA CARA
- **STOCK** PIEZA QUE SE DESEA CORTAR

**BITS
OF MAGIC**

Parhi-
softline



CNC// DRILLS NOT MILLS

Las **brocas de taladro** están diseñadas para sumergirse directamente en el material, cortando axialmente y creando agujeros cilíndricos.

Las **fresas** se utilizan normalmente para el tallado horizontal y cortan lateralmente.



**FLAT
END-MILL**



**ROUND/BALL
END-MILL**



**V/SPECIAL
END-MILL**



CNC// BALL NOSE CUTTER



¿Está tallando grandes contornos o tallas en 3D? Querrá una broca de punta esférica que tenga el tamaño adecuado para el nivel de detalle de su modelo. Las brocas Ballnose (también conocidas como contorneado) son fantásticas para el tallado en 3D



CNC// V/SPECIAL

Si desea hacer letras o hacer letreros detallados, necesitará obtener un bit

Están disponibles en muchos tamaños y ángulos. Los ángulos más comunes y útiles en orden son 60°, 90° y 30°.





CNC// SPOILBOARD CUTTER

Si está aplanando tablas grandes o es responsable de mantener la tabla de sacrificio en su enrutador CNC, querrá tener un cortador de tablas de escombros o una broca de planificado . Estos mills están hechos para aplanar superficie y dejar un acabado liso y plano.



Straight



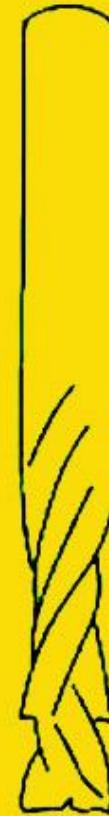
Up



Down



Compression



	Straight Bits				Upcut Bits				Downcut Bits			
	Straight Cut	Single Flute	Three Flute	Four Flute	Fishtail	Fishtail	Fishtail	Fishtail	Fishtail	Fishtail	Fishtail	Fishtail
	1/8 in	1/8 in	1/8 in	1/8 in	1/32 in	1/16 in	1/8 in	1/32 in	1/16 in	1/16 in	1/16 in	1/8 in
Wood	✓	—	—	—	—	—	—	✓	✓	✓	✓	✓
Hardwood	✓	—	—	—	—	—	—	✓	✓	✓	✓	✓
Softwood	✓	—	—	—	—	—	—	✓	✓	✓	✓	✓
Plywood	✓	—	—	—	—	—	—	✓	✓	✓	✓	✓
MDF	✓	—	—	—	—	—	—	✓	✓	✓	✓	✓
Plastic	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	—
Acrylic	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	—
HDPE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	—
ABS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	—
Expanded PVC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	—
Linoleum	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	—
Corian	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aluminum	✗	✓	—	✗	✗	—	✓	✗	✗	✗	✗	✗

Straight Bits

This end mill has a 2 straight flutes. It works well for materials where the lifting effect of a spiral flute might cause unwanted results, like wood or things with thin laminates or veneers.

Single Flute Bits

The spiral upcut bits pull chips from the cutting surface upwards, leaving a flat bottomed pocket. This provides accurate cuts without chatter in the plastic because the chips are being evacuated away from the cutting edges. This bit is not recommended for wood because it pulls the wood fibers causing tear out.

Three - Four Flute Bits

Great for applications with high feedrate or slow spindle speed. Slow feedrates or high speed spindles will cause excess heating in bits with high flute counts. Excess heating can cause chips to weld to the bit when cutting plastics and metals, premature tool wear, and poor cut quality.

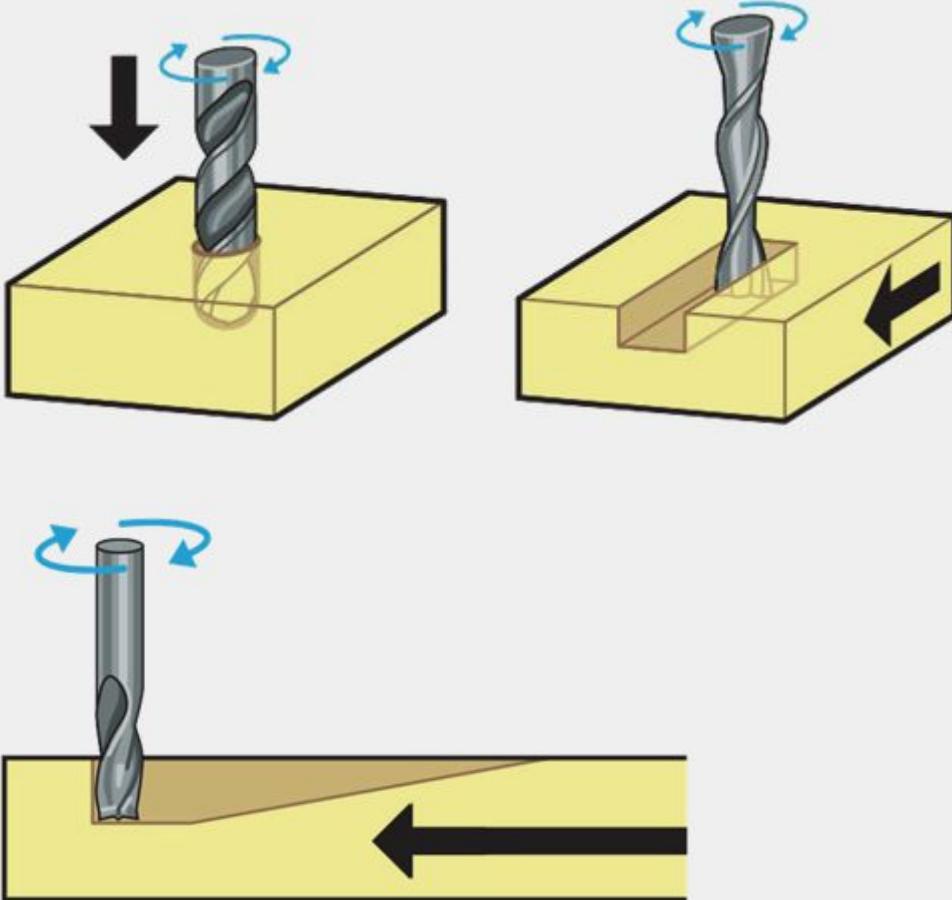
Fishtail - Upcut Bits

These fishtail bits are great for fine detail and inlays. The upcut tip design creates a cleaner edge on the backside of the sheet when cutting through materials. The flute design works well with high speed spindles and high feedrates.

Fishtail - Downcut Bits

These fishtail bits are great for fine detail and inlays. The downcut tip design creates a cleaner edge on the topside of the sheet when cutting through materials. The flute design works well with high speed spindles and high feedrates. They are also good for cutting thin materials since the downward force tends to keep the material flat.





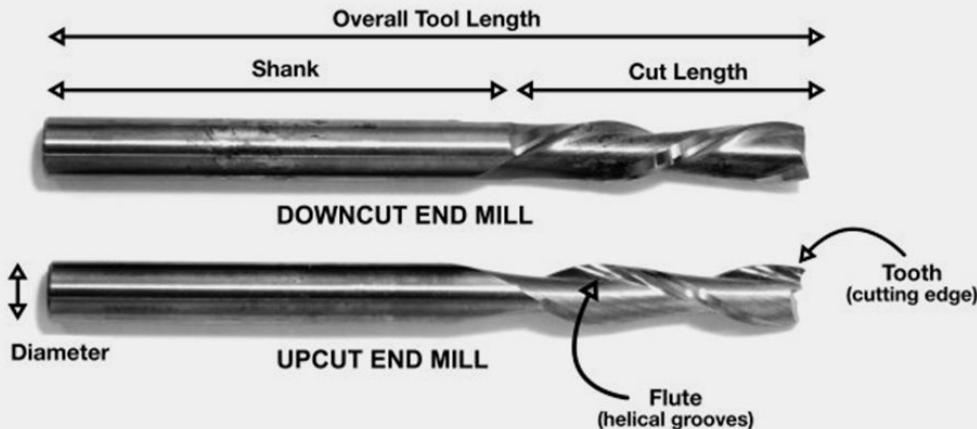
CNC// DRILLS VS ENDMILL

Además, la mayoría de las fresas son de "corte central", lo que significa que **pueden cortar tanto axial como lateralmente**.

Esto se debe a las ranuras de corte que se extienden hasta la cara del extremo y permiten el corte por inmersión.

Para minimizar la rotura de la herramienta y la tensión en el material que se está cortando, la mayoría de los programas de CNC "ramifican" la fresa lentamente en los cortes laterales...

**Si no entiendes tus herramientas, no entiendes
cómo funciona!**

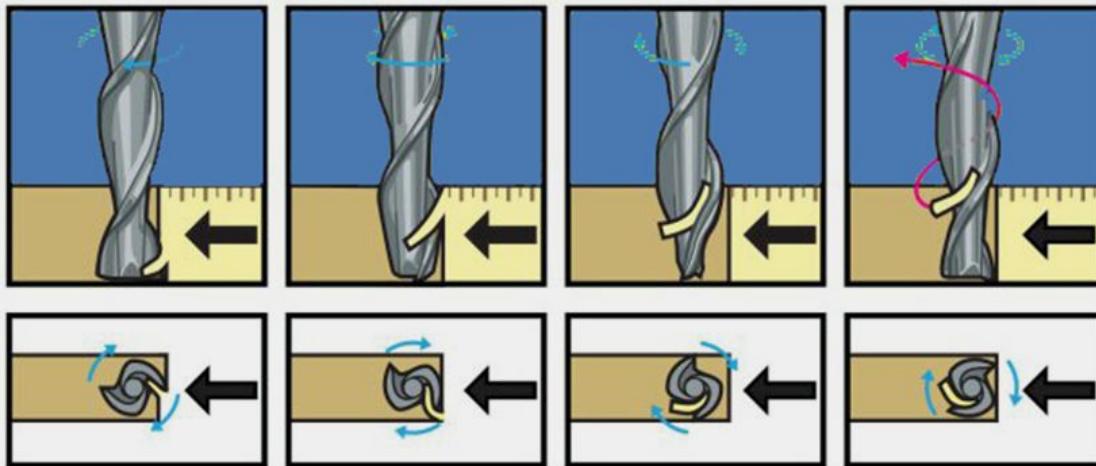


CNC// BIT ANATOMY

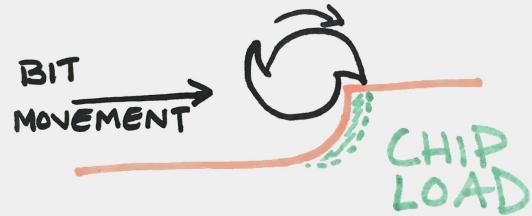
Las fresadoras CNC necesitan “mill bits”, y estas determinan el tipo de tallado, la resolución y el material.

Aunque las máquinas CNC han abierto todo tipo de posibilidades creativas, la magia reside en la “mill bit”. Determina si el diseño final será perfecto o no. Además, también marca la diferencia entre reducir los residuos o aumentar los costes de material de forma significativa.

CNC// FLUTES



- Mill bits con menos “flutes” son mejores para cortes laterales/horizontales, mientras que mill bits con más “flutes” son mejores para acabados
- Los cortes laterales generalmente necesitan una mayor evacuación de material, por lo que las mill bits con menos flutes pueden evacuar con menos restricciones.



- THICKNESS OF MATERIAL REMOVED
- INCHES

CHIP LOAD: TOO SMALL

- CAUSES RUBBING/BURNISHING
- PREMATURE BIT DULLING
- CREATES HEAT ON BIT

INCREASE CHIPLOAD:

- INCREASE FEED RATE
- DECREASE SPINDLE SPEED (RPM)
- USE FEWER FLUTES

CNC// CHIP LOAD

CHIP LOAD: TOO LARGE

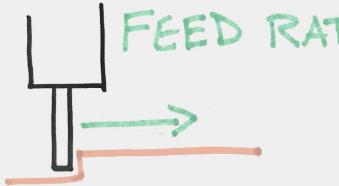
- CAUSES BROKEN BITS
- REMOVING TOO MUCH MATERIAL

DECREASE CHIPLOAD:

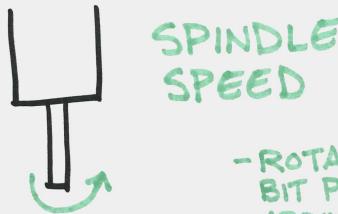
- DECREASE FEED RATE
- INCREASE SPINDLE SPEED (RPM)
- USE MORE FLUTES
- (• MAY ALSO BE CARVING TOO DEEPLY;
 IN DECREASE DEPTH PER PASS



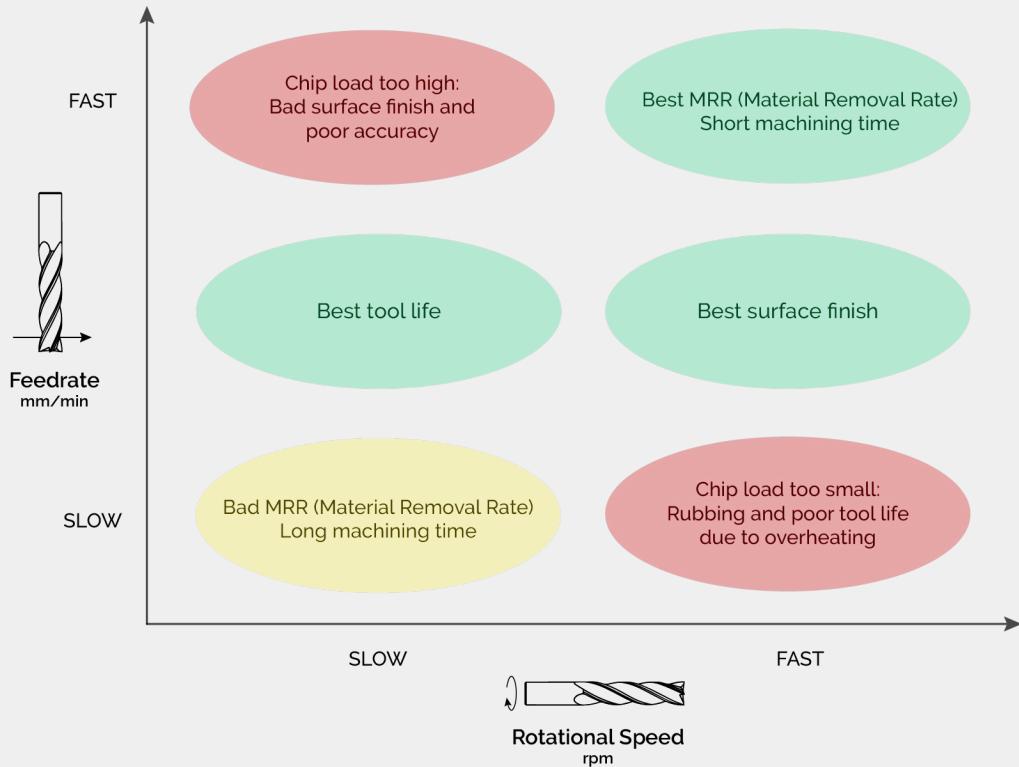
CNC // FEED & SPINDLE



- INCHES PER MINUTE (IPM)
- MOVEMENT ACROSS YOUR MATERIAL (X AND Y AXIS)



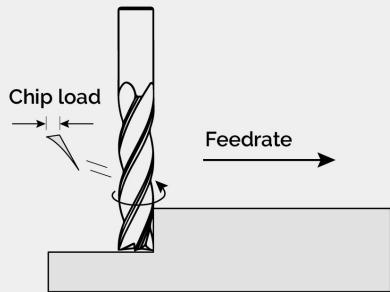
- ROTATION OF BIT PER MINUTE (RPM)
- HOW FAST YOUR BIT IS ROTATING
- INDEPENDENT FROM EASEL



$$\text{Chip Load} = \frac{f_m}{\text{Flutes (RPM)}}$$

This equation only works if:

- inch/min
- Cut depth = tool Diameter/2
- Step over= tool Diameter/2



Materials	Chip Load for various tool diameters [mm]				
	2mm	3mm	4mm	6mm	8mm
Hardwood	0.0167	0.0250	0.0333	0.0400	0.0533
Plywood	0.0192	0.0288	0.0383	0.0460	0.0613
MDF	0.0220	0.0331	0.0441	0.0529	0.0705
Soft plastics	0.0160	0.0184	0.0240	0.0400	0.0560
Aluminium	0.0133	0.0200	0.0267	0.0320	0.0427

CNC// FEEDS & SPEEDS

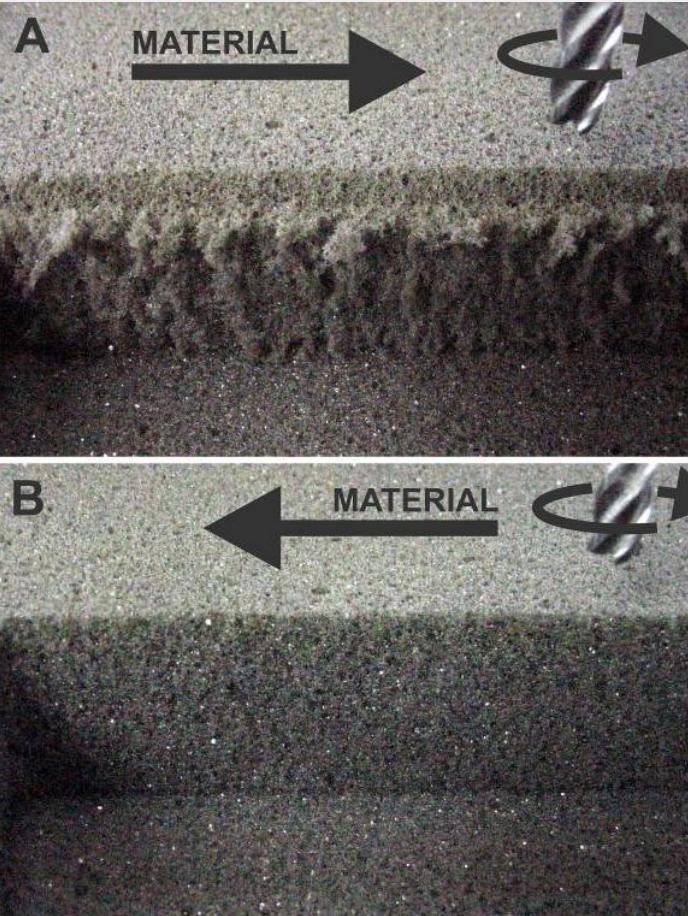
- Spindle Speed – rotational speed of the cutting tool in revolutions per min
- Spindle speed that is too fast paired with a slow feed rate can result in burning or melting.
- Feed Rate – Surface speed at the center of the rotating tool
- Spindle speed that is too slow paired with a faster feed rate can result in dulling of the cutting edge, deflection of the end mill and possibility of breaking the end mill.
- Step down – the distance in the z direction per pass that a cutting tool is plunged into the material
- Step over – the maximum distance in the x/y direction that a cutting tool will engage with uncut material

CNC// FEEDS & SPEEDS

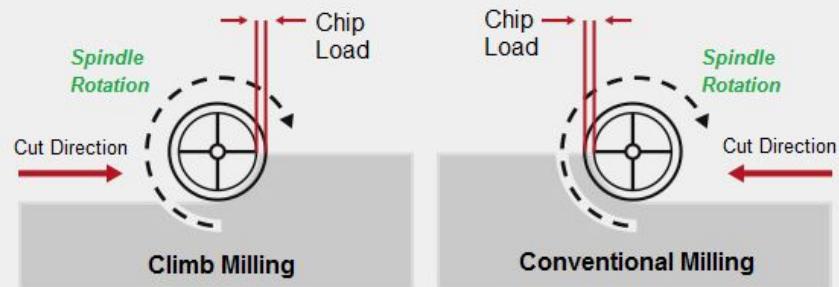


[Speeds and Feeds Calculator](#)

[Speeds and Feeds Calculator 2](#)



CNC// CLIMB VS CONVENTIONAL

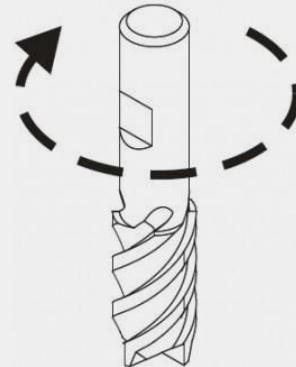


Up to 3/4 of the cutter diameter, it doesn't matter which way you cut.

"CLIMB IS THE NEW CONVENTIONAL"

- Climb milling is when the direction of cut and rotation of the cutter combine to try to "suck" the mill up over
- It produces the best surface finish
- The width of the chip starts at maximum and decreases.
- More power required.

Climb Cutting



CNC// CLIMB VS CONVENTIONAL

- Upward forces are created that tend to lift the workpiece during face milling.
- Conventional milling is preferred for rough surfaces.
- The width of the chip starts from zero and increases as the cutter finishes slicing.
- Less power required

Conventional



El recubrimiento de oro de la izquierda es **TiN**. No, no el material de las latas de cola, sino un material muy resistente (nitruro de titanio) que puede soportar más calor y proporciona un poco más de dureza.

TiCN (Titanium Carbo nitruro) que es excelente para varios metales, **TiAlN** (Titanium Aluminium Nitride) que es aún mejor para metales (no para aluminio que está en el revestimiento en sí)

AlTiN (Nitruro de titanio y aluminio) con características similares a **TiAlN**,

Diamante, pero no compre esto para su ser querido, a menos que necesite una herramienta. Tampoco use diamante en metales, pero este recubrimiento de material es superior en otros materiales, especialmente compuestos y grafito.

CNC// HSS/CARBIDE

Los materiales sólidos para fresas son **HSS** (**acero de alta velocidad**) y **carburo**.

El **carburo** es el más duro de los dos, durará más y puede manejar velocidades de alimentación más rápidas. Para hacer que el carburo sea aún mejor, se aplican varios materiales de recubrimiento

Need a Tool Coating?

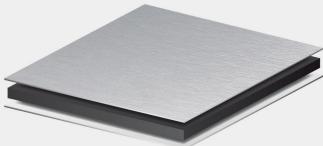


MATERIALS

CNC// MATERIALS

Alucobond

- High Rigidity
- Foldable
- Waterproof



Acrylic

- Excellent optical clarity
- Rigid, with good impact
- Excellent weatherability and **resistance** to sunlight
- Brittle



Polycarbonate

- High impact-resistance
- Foldable
- Durability



Extruded polystyrene XPS

- Excellent impact strength
- Suitable for outdoor applications
- Thermal resistance and toughness



CNC// MATERIALS

Polypropylene

- Only thin sheets
- Though and stiff
- Good for living hinges



Nylon

- Only blocks
- High melting point
- Absorbs water
- Not good for high precision



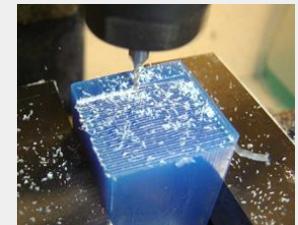
POM

- Very low friction
- Machines very well
- Expensive



Wax

- Smooth finish
- soft
- Expensive 1000m-20 euros





CNC//
RECYCLING



Recycled Plastic Stool-Eduardo Chamorro

**CNC//
RECYCLING**

Recycled Plastic Stool-Eduardo Chamorro

CNC// MATERIALS

MDF

- High Density
- Clean cut-but pocket
- Weak



Hard wood

- Higher Density
- Structural strength
- Quality



Cork

- Elastic and Resilient
- Light
- Isolation



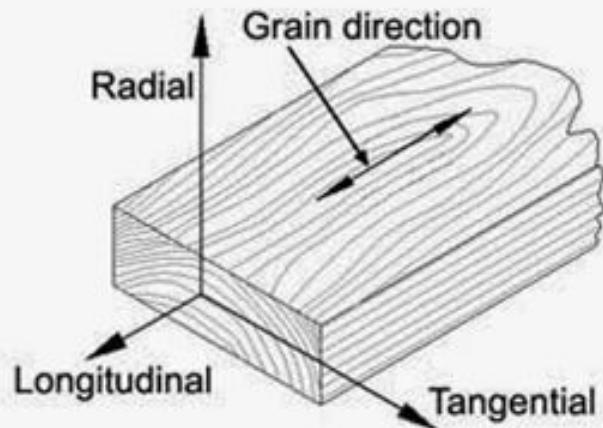
Plywood

- High impact **resistance**
- Clean Finishing
- High **strength** to **weight** ratio.



CNC// MATERIALS

ASSOCIATED PROBLEMS WITH PLYWOOD AND COMPOSITE SANDWICH MATERIALS



CNC// MATERIALS

Steel

- Hardest
- High heat
- Cooling needed
- High power spindle needed

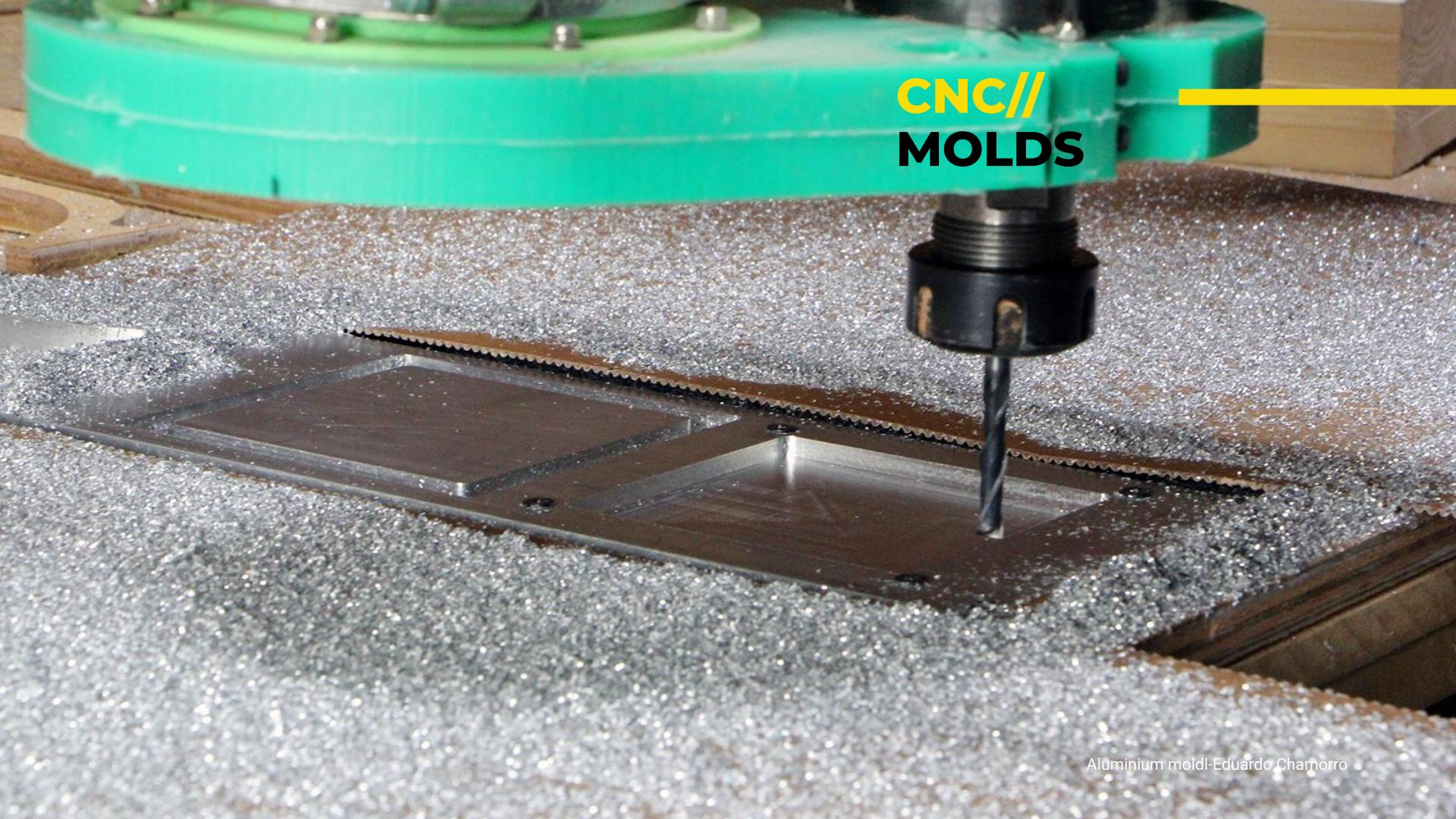


SLOWDOWN AND CUT
WITH SMALL STEPDOWN.

Aluminium

- High friction
- Lubrication needed
- Machines well
- Low melting point





**CNC//
MOLDS**

Aluminium mold-Eduardo Chamorro

WOOD// DATASHEET

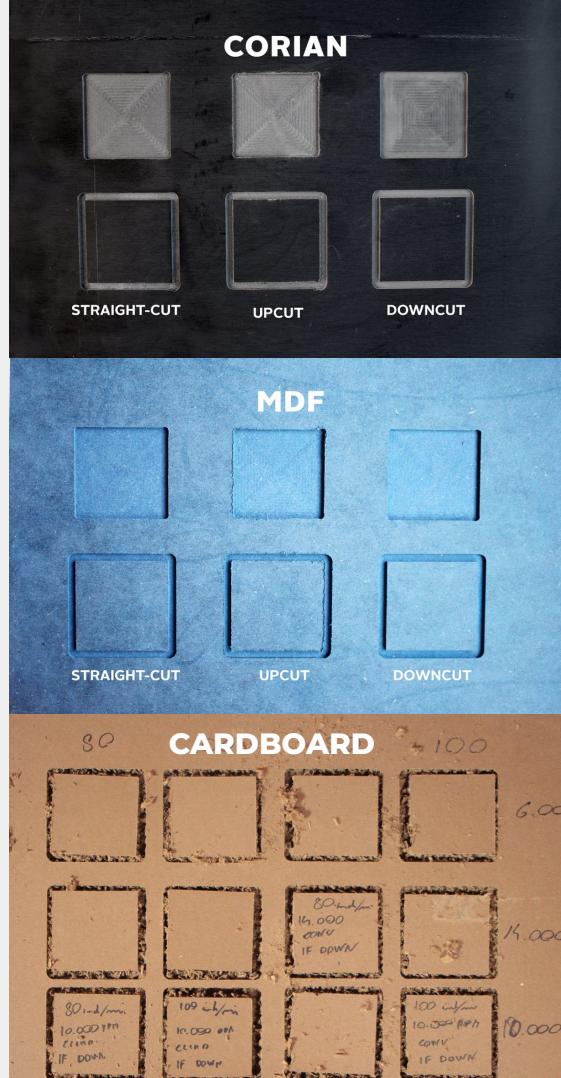
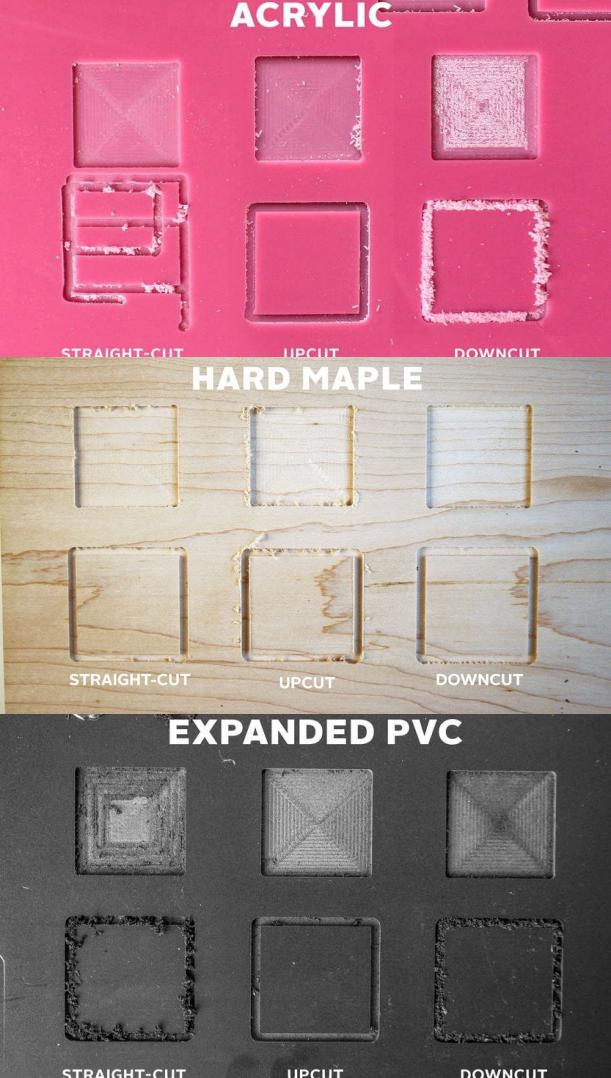


When you see a deviation in thickness in some of the joints it is usually this material thickness difference which is the cause

**THAT IS WHY IS SO IMPORTANT TO
MEASURE PRECISELY YOUR
MATERIAL !**

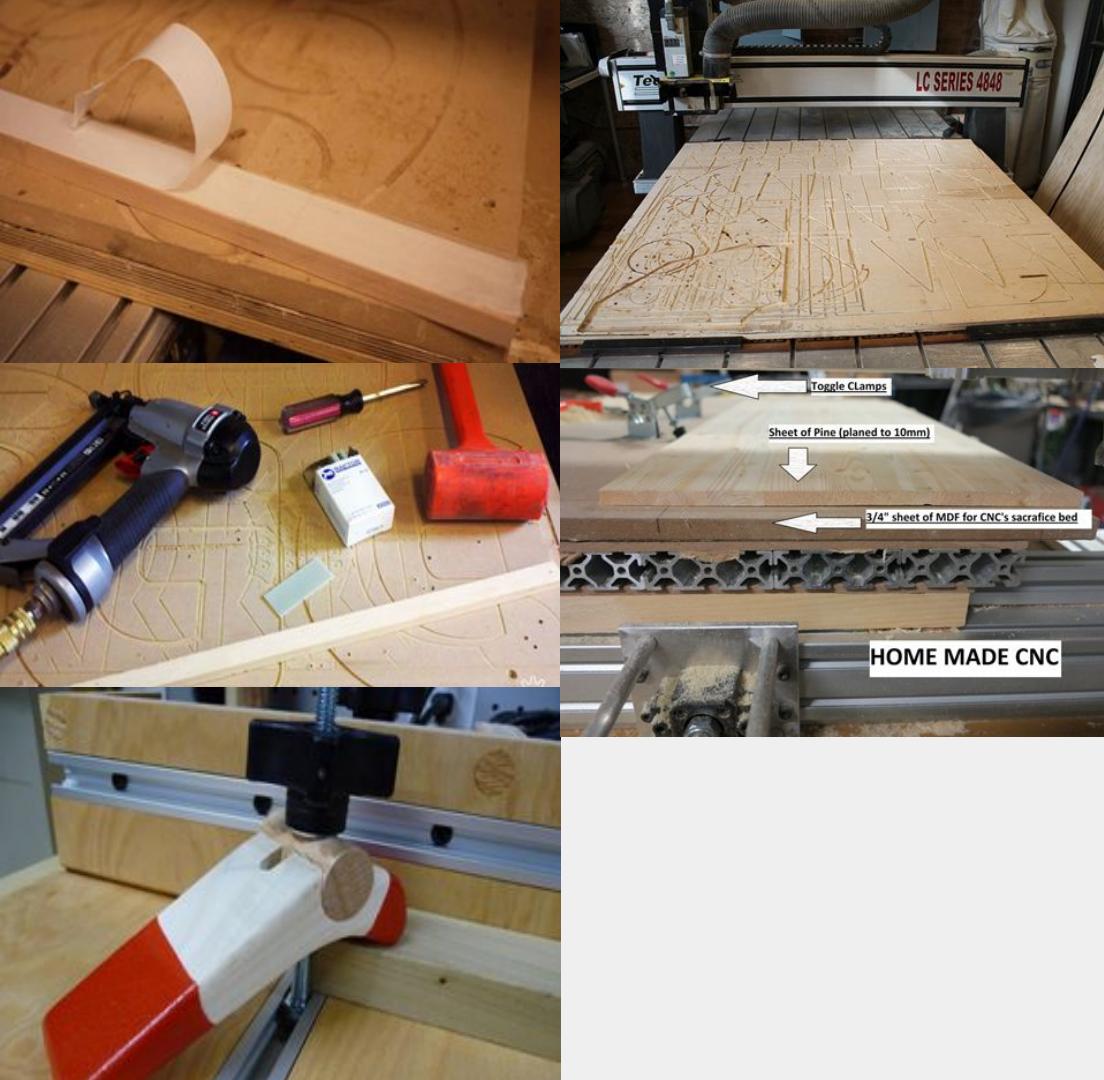
USUALLY THERE IS A DEVIATION OF
0,1-0,3MM





HOLD DOWN

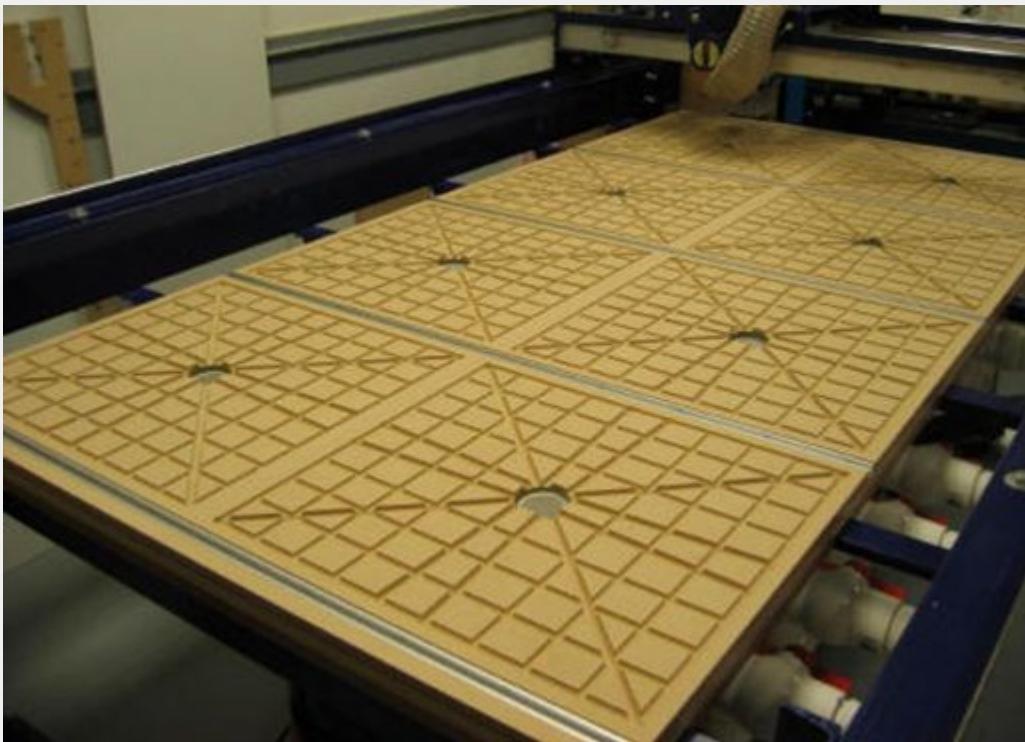
CNC// FIJACIÓN



Particularmente para láminas delgadas de material, es importante asegurar muy bien el trabajo.

La vibración excesiva del material generará calor adicional y provocará una falla prematura de la broca o un acabado superficial deficiente.

Sin embargo, también es importante no apretar demasiado los tornillos, ya que provocarán que el material se combe, lo que puede afectar la precisión dimensional. Los tornillos de cabeza plana son mejores que los tornillos de cabeza cónica aquí.



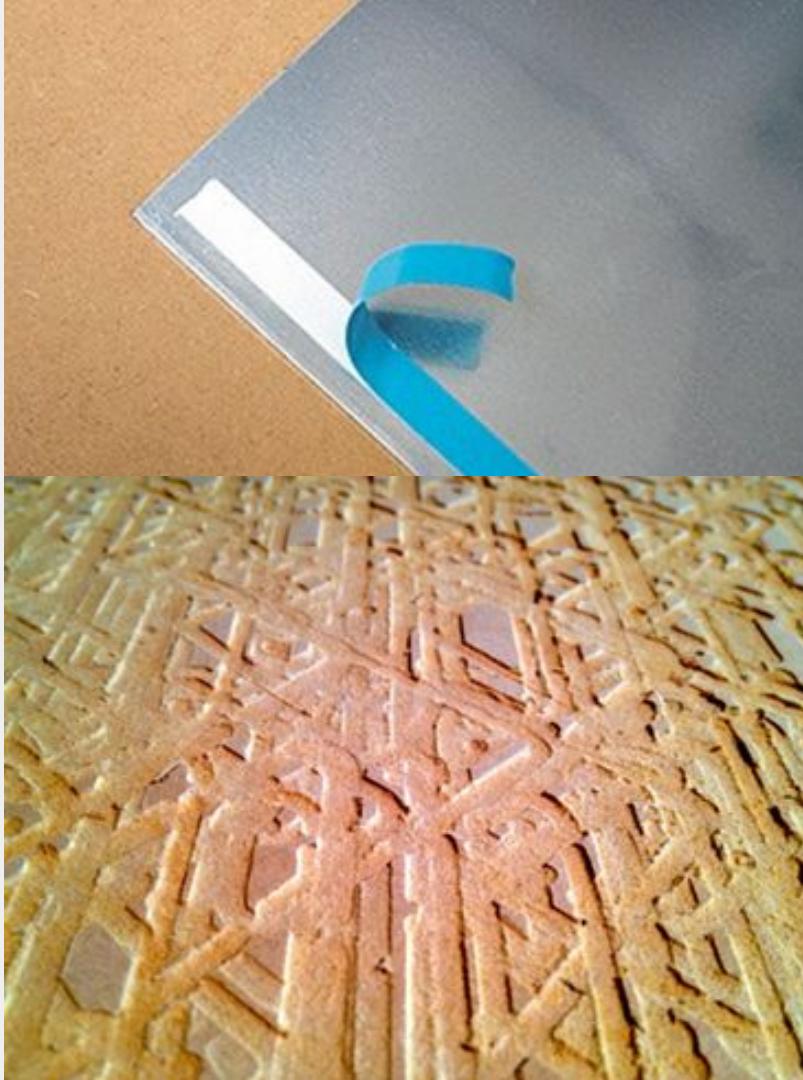
CNC// **CAMA DE VACÍO**

- caro
- sujeción en toda el área
- mantenimiento intensivo
- para piezas grandes

CNC// RANURAS EN T



- necesita mesa ranurada/rosada
- horizontal -vertical -fácil barato
- pero puede encontrar la abrazadera
- usar más espacio del material



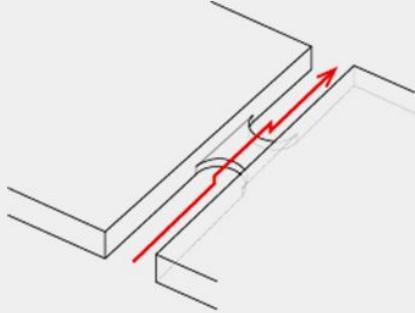
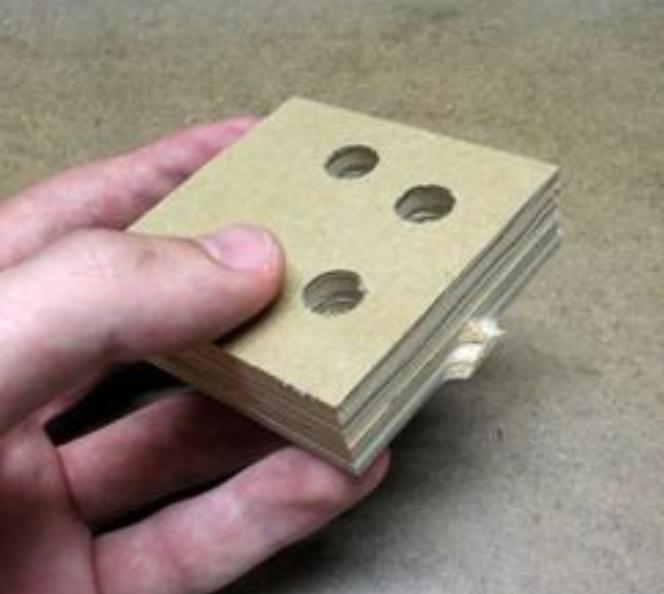
CNC// **CINTA DOBLE CARA**

- fácil
- adaptativo
- fijación no muy fuerte
- difícil de usar en un tablero de sacrificio usado
- se puede utilizar toda la superficie del material
- barato

CNC// TORNILLOS



- fácil
- adaptativo
- no es fácil de ver
- barato
- peligroso si golpeas con la broca
- no desperdicia casi material



CNC// LENGUETAS/TABS

- Para mantener una pieza estable mientras se fresa, muchas personas insertan lengüetas de sujeción en el patrón. Las pestañas actúan como diminutos puentes que sujetan la pieza fresada al material en bruto. El número de pestañas depende de la parte que estés cortando.
- Hay un equilibrio entre usar más pestañas de las necesarias y no las suficientes",
- No lo suficiente, y las pestañas pueden romperse durante el proceso de fresado. Más de lo necesario, y pierde gran parte de su tiempo separándolos después de que el trabajo está hecho".
- Cuando las lengüetas de sujeción no funcionen, use tornillos de sujeción en su lugar. Taladre dos o más orificios en la parte que se va a cortar y atornille manualmente estos orificios al tablero de escombros (el material de sacrificio que soporta su proyecto desde abajo) antes de cortar alrededor del perímetro del objeto.



SEGURIDAD

Sticker



Safety



Hazards



Class

2

Additional Safety Equipment

- Eye **AND** Ear protection should be worn at all times
- A dust mask may be worn if necessary

Hazards

- Small parts that become loose during cutting may be **THROWN**
- Poorly secured stock can **FLING** out

Dos

- **Do** keep eyes, hands, hair and clothing away from running router
- **Do** stay within reach of pause and/or stop switch during job
- **Do** properly and safely secure stock
- **Do** shut down power to router spindle before changing tools
- **Do** use a sharp and appropriate cutting tool
- **Do** create jobs such that all pieces remain attached to stock material
- **Do** use a safe spindle speed (this often means *more* RPM!)
- **Do** leave the machine and nearby area cleaner than you found it
- **Do** cut plastics, formaldehyde-free mdf, wood, and aluminum

Don'ts

- **Don't** wear long sleeves, ties, hoodie strings, jewelry, or gloves
- **Don't** leave a running job unattended
- **Don't** let excessive chips build up between jobs
- **Don't** clear chips while spindle is running
- **Don't** use hands to hold down parts that come loose during cutting
- **Don't** cut fiberglass, mdf, carbon fiber, or other composites

CNC// SEGURIDAD

Visión general

- Gafas de seguridad
- Pelo recogido
- No llevar ropa suelta
- Sea consciente de su entorno
- No trabaje solo
- Protección para los oídos
- Zapatos cerrados
- Estar atento a los botones de parada de emergencia



Operation cnc machine



 Do Not Climb, Sit, Stand, Walk, Ride, or Touch the Conveyor at Any Time	 Do Not Perform Maintenance on Conveyor Until Electrical, Air, Hydraulic and Gravity Energy Sources Have Been Locked Out or Blocked	 Operate Equipment Only With All Approved Covers and Guards in Place
 Do Not Load a Stopped Conveyor or Overload a Running Conveyor	 Ensure That All Personnel Are Clear of Equipment Before Starting	 Allow Only Authorized Personnel To Operate or Maintain Material Handling Equipment
 Do Not Modify or Misuse Conveyor Controls	 Keep Clothing, Body Parts, and Hair Away from Conveyors	 Remove Trash, Paperwork, and Other Debris Only When Power Is Locked Out and Tagged Out
 Ensure That ALL Controls and Pull Cords are Visible and Accessible	 Know the Location and Function of All Stop and Start Controls	 Report All Unsafe Conditions Jams should be cleared ONLY BY Authorized, Trained, Personnel

CNC// SAFETY

Visión general

- Gafas de seguridad
- Pelo recogido
- No llevar ropa suelta
- Sea consciente de su entorno
- No trabaje solo
- Protección para los oídos
- Zapatos cerrados
- Estar atento a los botones de parada de emergencia

COMO ROMPER LA CNC



**1) Desplazamiento por encima
de los límites de la máquina**

2) Perforar el soporte.

3) Romper la fresa/el soporte

**4) Velocidades de avance
demasiado elevadas**

5) Olvidar encender el spindle

6) Olvidar fijar correctamente

**Si hubiera tenido más
cuidado...**



CNC//

10 Commandments



- 1) Utilice equipo de protección, incluyendo protección para los ojos y los oídos y botas con punta de acero. Evite la ropa suelta o las joyas colgantes.
- 2) Mantenga los ojos, las manos, el pelo y la ropa alejados del CNC y del router cuando esté en funcionamiento. Recoja el cabello largo. No utilice las manos para sujetar las piezas que puedan soltarse al cortarlas.
- 3) Lea y siga la información de seguridad que viene con su router, brocas y otros accesorios. Desenchufe o desconecte la alimentación de la fresadora o del cabezal cuando cambie las brocas.
- 4) Escuche los cambios de sonido que puedan indicar un problema mientras la herramienta está en funcionamiento. Esté SIEMPRE lo suficientemente cerca del interruptor de parada remota para poder parar los pórticos en caso de que surja un problema.

CNC//

10 Commandments

5) **Utilice una broca adecuada a la tarea.** Inspeccione sus brocas para ver si están desgastadas, quemadas, embotadas o agrietadas cada vez que las utilice.

- Elija una broca con el vástago más grande y la longitud de broca más corta que se adapte a la tarea para evitar una desviación y tensión excesivas de la broca.

- **Nunca corte a más de $\frac{1}{2}$ veces el diámetro de la broca en una sola pasada.** No sólo dos pasadas harán un corte más limpio, sino que un corte menos profundo causará menos desviación de la broca y peligro de rotura.

6) **Evite las prácticas de sujeción inseguras** que pueden romper una broca o permitir que las piezas se muevan durante el corte.

- Asegúrese de que el vacío es suficiente para sujetar las piezas pequeñas. Cree plantillas o utilice la función de pestañas para sujetar las piezas pequeñas en su lugar hasta que esté listo para retirar las piezas mecanizadas.

7) **Coloque las sujetaciones mecánicas,** como abrazaderas o tornillos de chapa, bien alejadas de la zona de corte. Diseñe sus limas de tal manera **que la broca no se encuentre con los tornillos o abrazaderas.** Avellane los agujeros para los tornillos de sujeción.

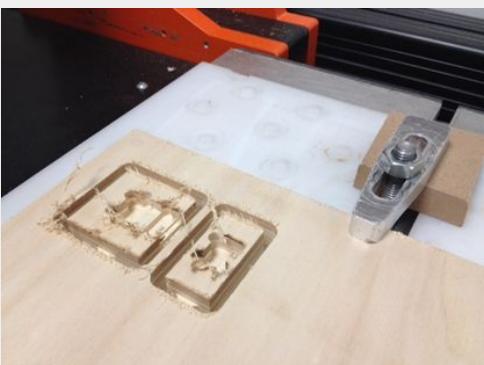
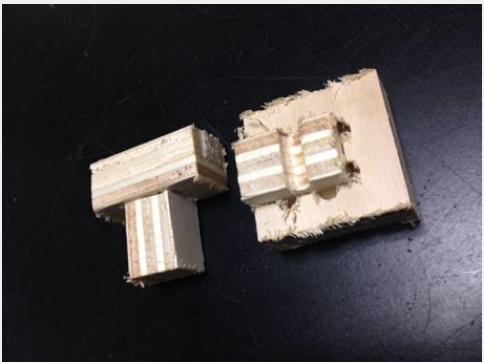
8) **Corte al aire su archivo antes de cortarla realmente** utilizando la opción de offset 3D. Recuerde deseleccionar el offset 3D cuando esté listo para ejecutar realmente el archivo.

9) Cree archivos de corte que **eviten que las piezas pequeñas salgan volando** al ser cortadas

10) **Ajuste Z con precisión** antes de comenzar el archivo de corte, y sepa exactamente el grosor del material.

CNC// FAILS

BAD FEEDS/SPEEDS



BAD Z ADJUSTMENT



FIRE !!! OR BREAKING
SACRIFICE BASE

APLICACIONES

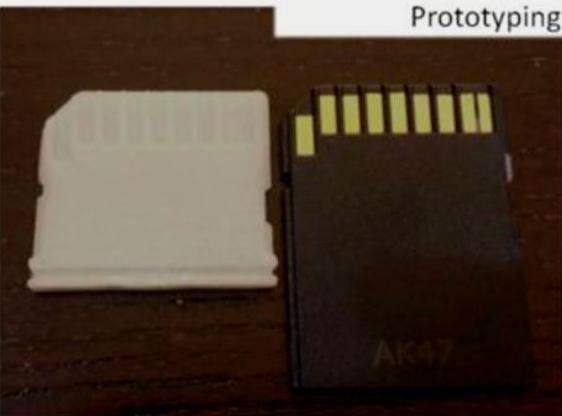




IAAC-FABLAB BCN SOLAR DECATHLON 2010



Prototyping the MiniDrive



Design verification – 3D print



FABLAB MANCHESTER DEVELOPED THIS PRODUCT FOR MASS STORAGE INCREASE ON MACBOOK COMPUTERS.
THE FINAL PRODUCT IN ALUMINIUM MILLED WITH CNC

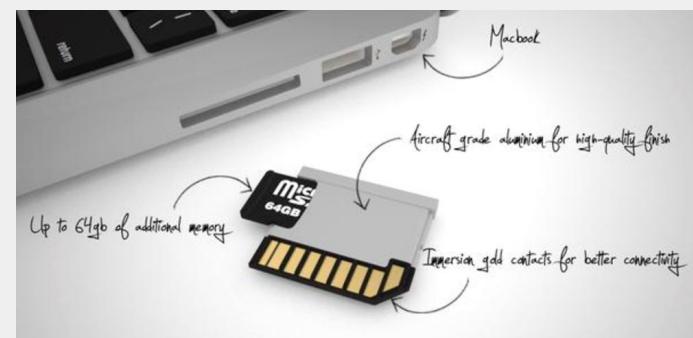
Circuit testing – hand assembly!!



Machining tolerance testing



Final Prototype!





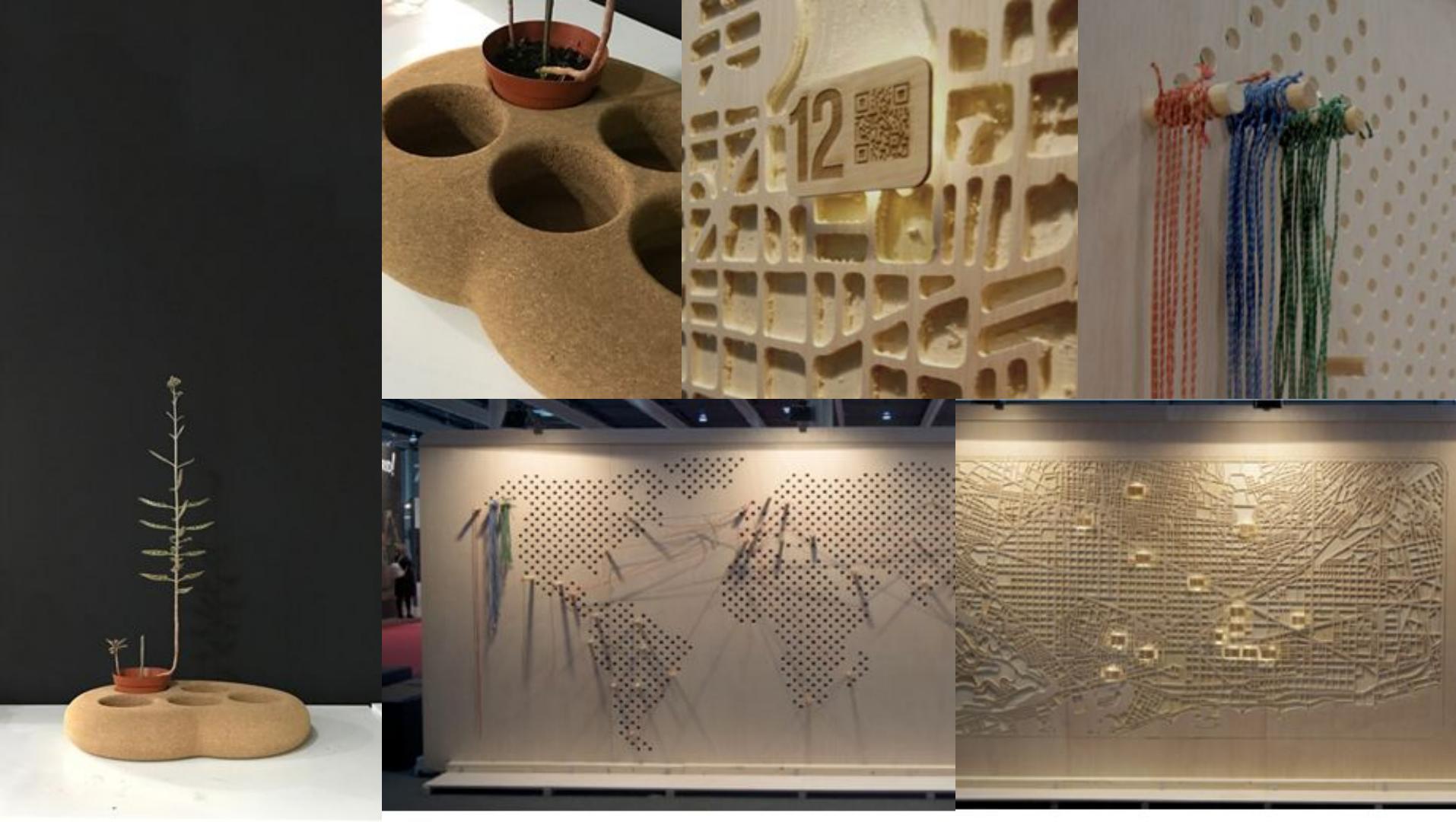
homerusticdecor

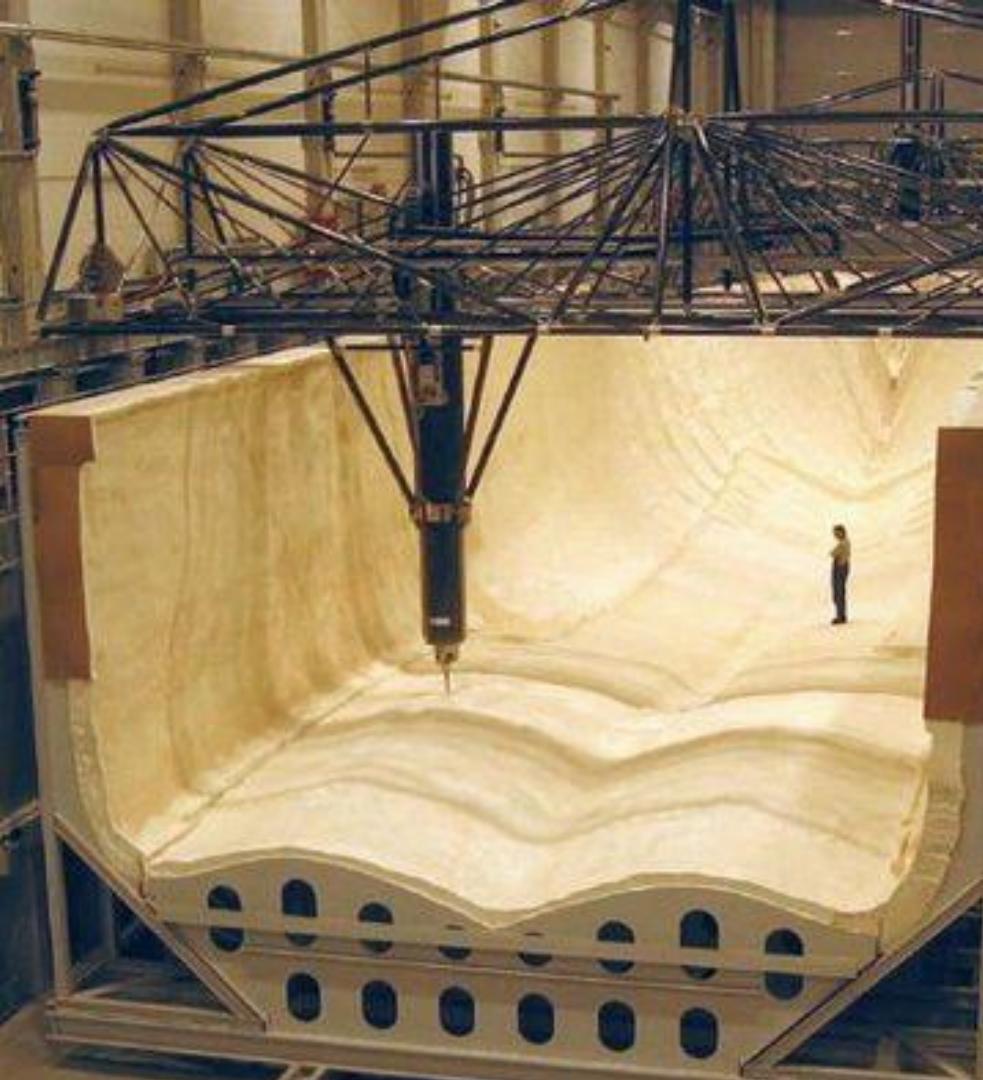


Custore Pavilion / Anna Dobek + Mateusz Wojcicki.













Grotto Sauna / Partisan



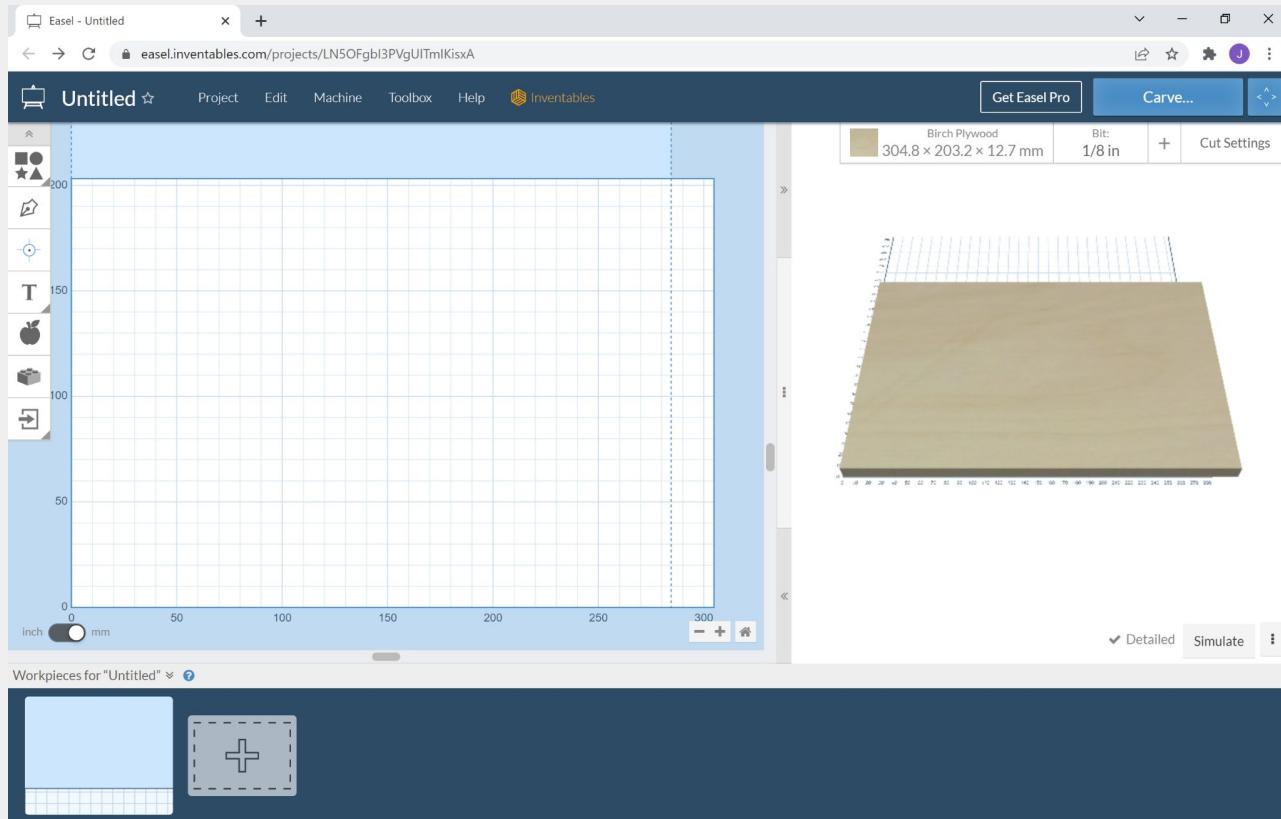


European Project CFC-IaaC

EASEL

CAM ON THE BROWSER

EASEL CAM

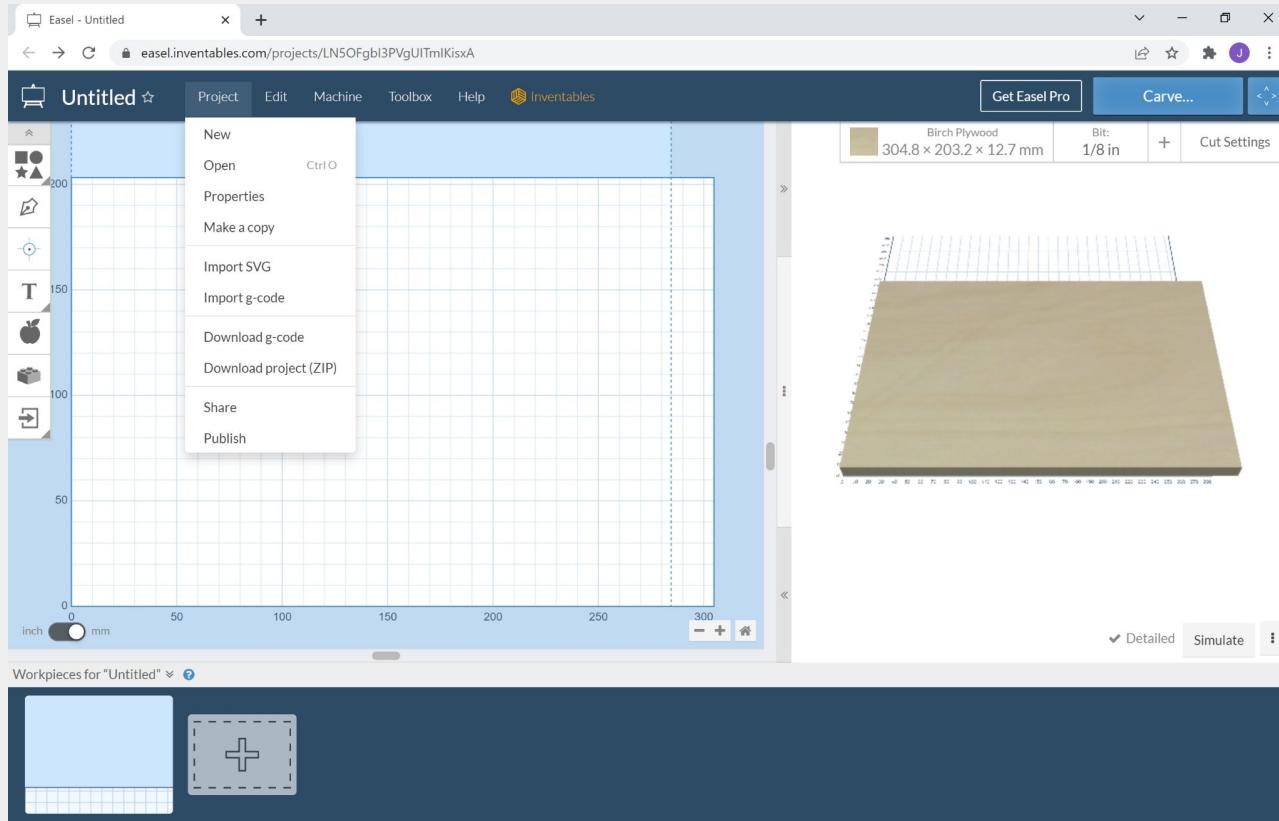


Easel es un software de [Inventables](#) de CAD y CAM en el navegador. Permite diseñar y generar archivos para CNC de una manera fácil e intuitiva.

Está diseñado para usuarios principiantes que permite controlar los principales ajustes para la fresadora CNC.

Aunque existe una versión Pro, es posible solicitar una licencia educacional gratuita, y sino la versión inicial es gratuita y permite exportar archivos en formato genérico g-code.

EASEL PROYECTO

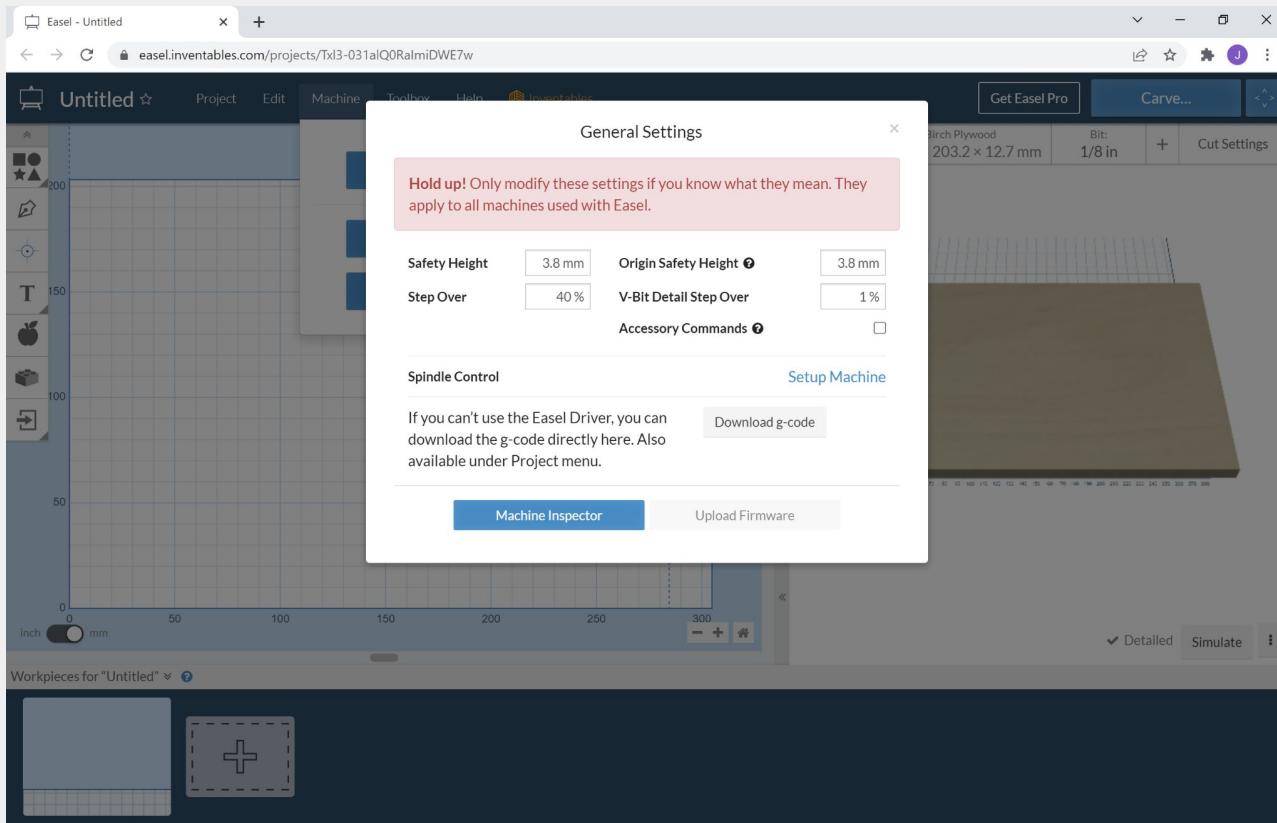


Una cuenta en Inventables, permite crear nuevos proyectos que se guardaran en los servidores de Inventables.

Cada cuenta de usuario tiene su propia librería de proyectos que pueden ser editados en cualquier momento.

Es posible cambiar el nombre del proyecto en el menú "Project/ Properties"

EASEL MÁQUINA



En el menú “Machine / General Settings” se pueden definir los ajustes principales de la máquina.

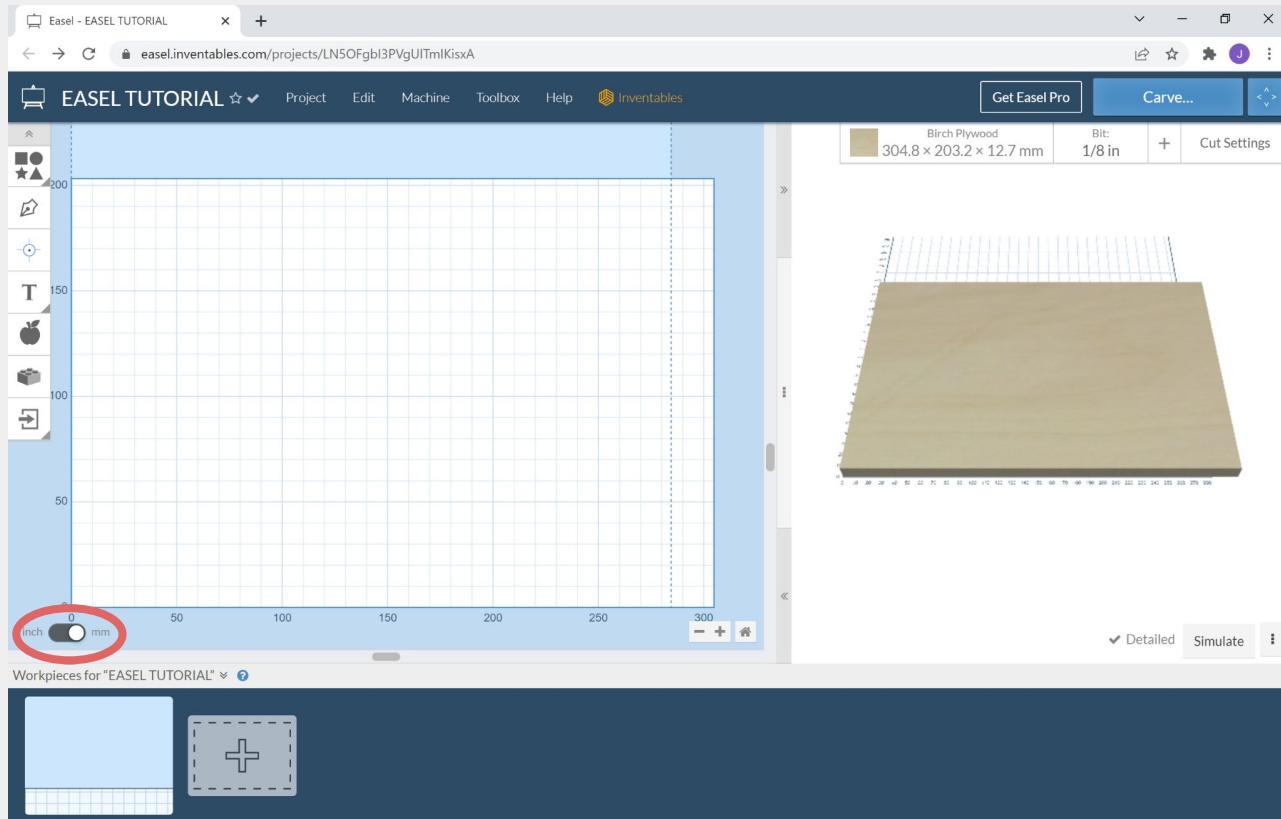
- **Safety Height:** Es la altura de seguridad a la cual se moverá la máquina cuando realice movimientos de posicionamiento, sin cortar el material.

- **Origin Safety Height:** Es la altura de seguridad para el inicio y fin del archivo.

- **Step Over:** Es la distancia lateral que mantendrá la máquina entre corte y corte en % del diámetro de la herramienta.

EASEL

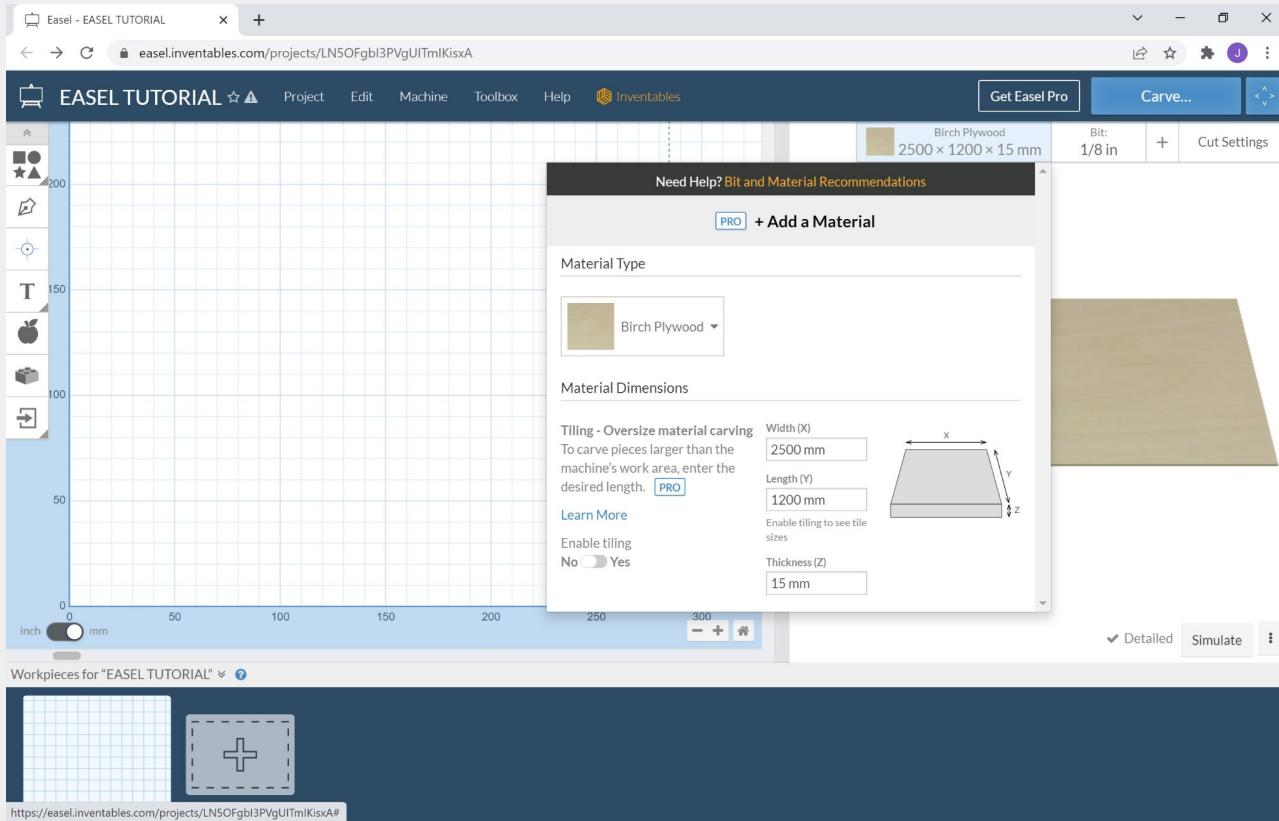
UNIDADES



Es muy importante definir las unidades de trabajo de EASEL, ya sean mm o inches. Para ello hay un toggle en la parte inferior izquierda como se muestra en la imagen.

EASEL

MATERIAL

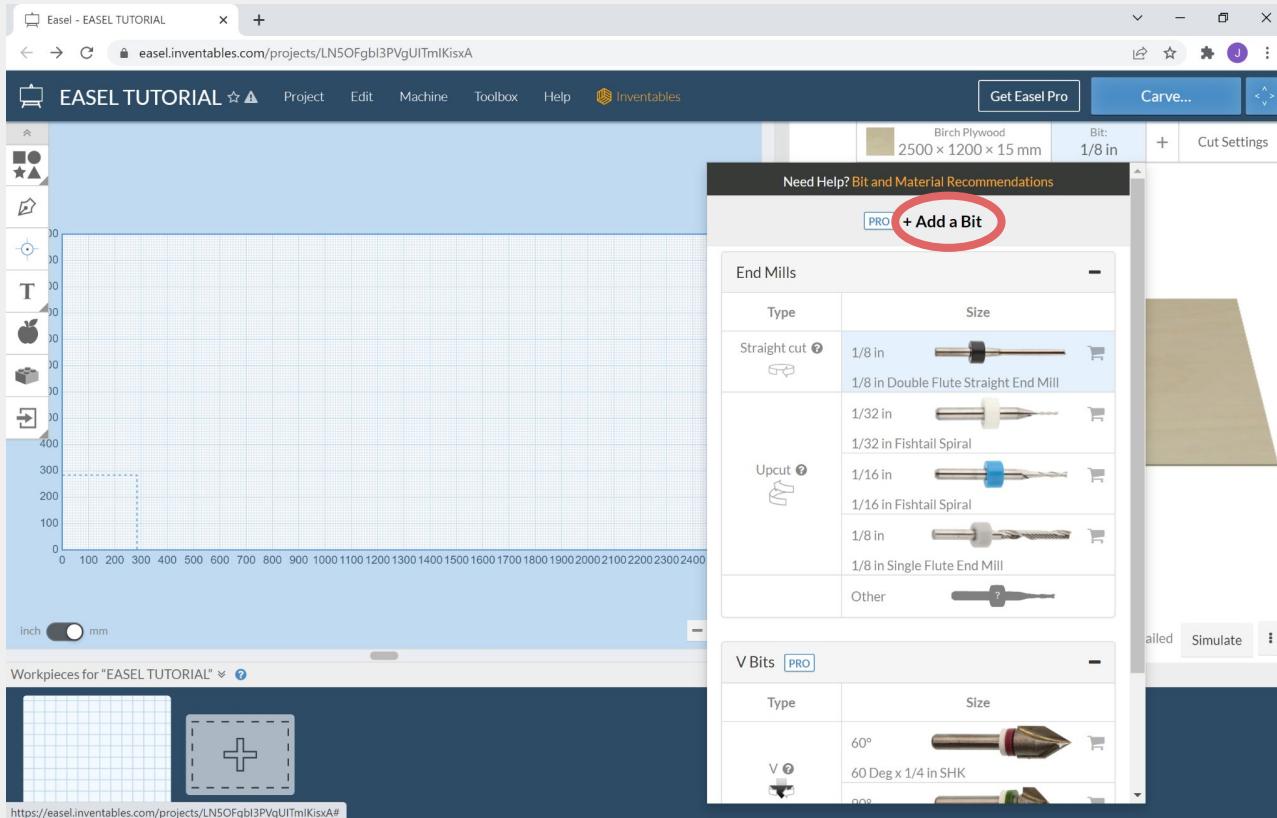


El primer paso es definir el material a utilizar. Easel dispone de una librería de materiales con unos ajustes de corte por defecto que después se pueden cambiar, por lo que es aconsejable utilizar un material que se asimile.

Es importante definir el tamaño del material. Si el material es mayor que el tamaño de trabajo de la máquina se puede utilizar la opción de "Tiling".

EASEL

HERRAMIENTA



Existe una pequeña librería de herramientas por defecto en Easel, pero posiblemente no se adapta a las herramientas disponibles, por lo que se pueden añadir nuevas herramientas.

Al hacer click en el botón "Add a Bit" como se muestra en la imagen se abrirá el menú de herramientas.

EASEL

HERRAMIENTA

The screenshot shows the Easel software interface with the title bar "Easel - EASEL TUTORIAL" and the URL "easel.inventables.com/projects/LN5OFgbI3PVgUITmlKisxA". The menu bar includes Project, Edit, Machine, Toolbox, Help, and Inventables. A "Carve..." button is highlighted in blue. A dropdown menu is open next to it, showing "Add Bit +", "Inventables", and "Custom". The main area displays two sections: "End Mills" and "V Bits".

End Mills

- 1/8 in Double Flute Straight End Mill
Type: Straight cut
Width: 1/8 in
- 1/16 in Fishtail Spiral
Type: Upcut
Width: 1/16 in
- 1/8 in Single Flute End Mill
Type: Upcut
Width: 1/8 in
- 1/32 in Fishtail Spiral
Type: Upcut
Width: 1/32 in

V Bits

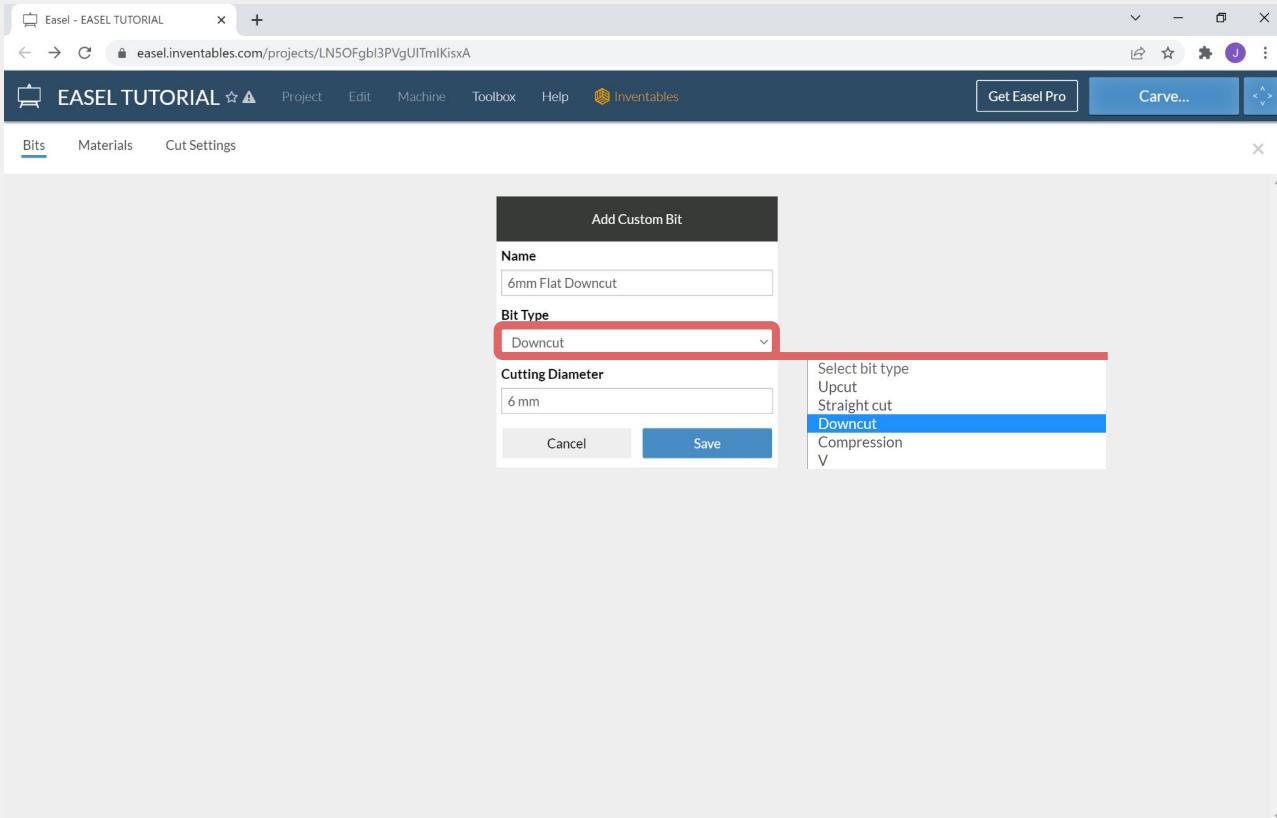
- 90 Deg x 1/4 in SHK
Angle: 90°
Width: 1/2 in
- 60 Deg x 1/4 in SHK
Angle: 60°
Width: 1/2 in

En este Menú se pueden editar o añadir nuevas herramientas, materiales o propiedades de corte. Es interesante crear las tres cosas si solemos cortar siempre el mismo material con la misma herramienta.

Para crear una nueva herramienta, hacer click en "Add Bit + / Custom".

EASEL

HERRAMIENTA



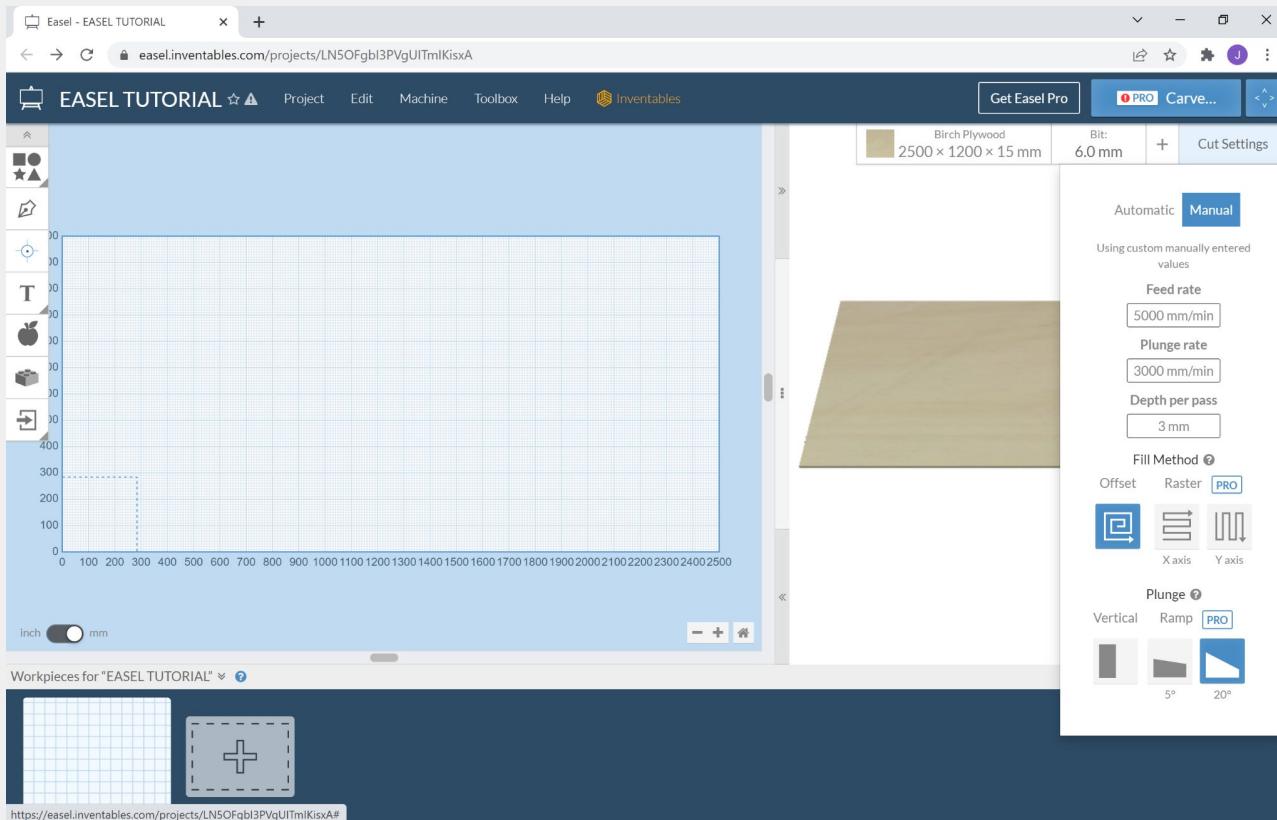
Al crear una nueva herramienta se tiene que definir el nombre, el tipo y el diámetro.

- El **nombre** es simplemente información para el usuario.

- El **tipo de herramienta** es importante. Hay que seleccionar el tipo de herramienta en función del material y la operación a realizar como explicado anteriormente.

- El **diametro**, por defecto es en inches. Para definirlo en mm hay que escribir "mm" después del tamaño.

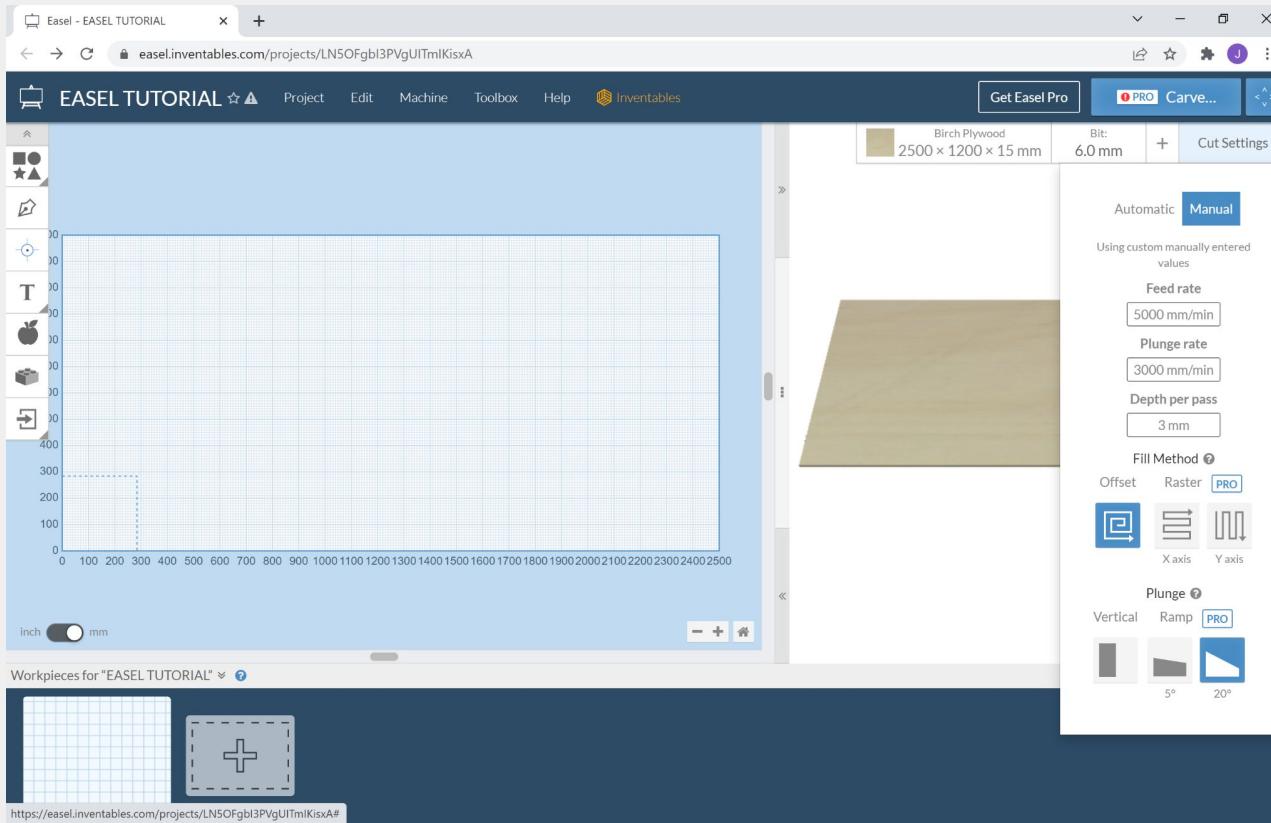
EASEL AJUSTES DE CORTE



En esta pestaña se definen todos los ajustes de la máquina, las velocidades, la profundidad y el método de corte.

- **Feed Rate:** Es la velocidad de corte en los ejes X e Y. Se debe calcular con el "Chip Load Calculation".

- **Plunge Rate:** Es la velocidad de entrada, con la que se empieza el corte. Suele ser aproximadamente la mitad que el Feed Rate, para asegurar una entrada suave.



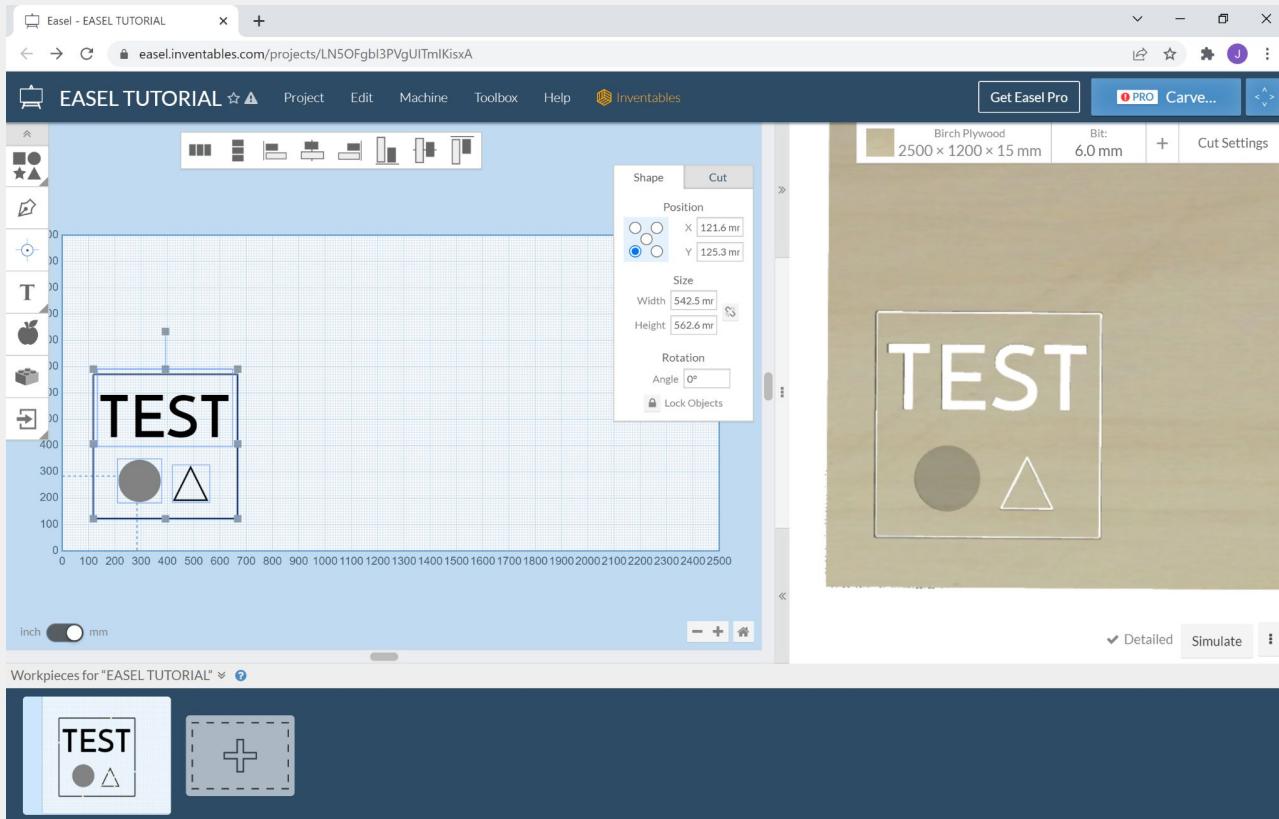
EASEL

AJUSTES DE CORTE

- *Fill Method:* Para realizar operaciones de vaciado "Pocketing", se puede definir la trayectoria, de dentro a fuera, siguiendo el eje X o el eje Y.

- *Plunge:* La entrada de la herramienta al material para empezar a realizar el corte puede ser vertical o en rampa, a 5° o 20°. Para materiales duros se recomienda utilizar rampa.

EASEL — ARCHIVO

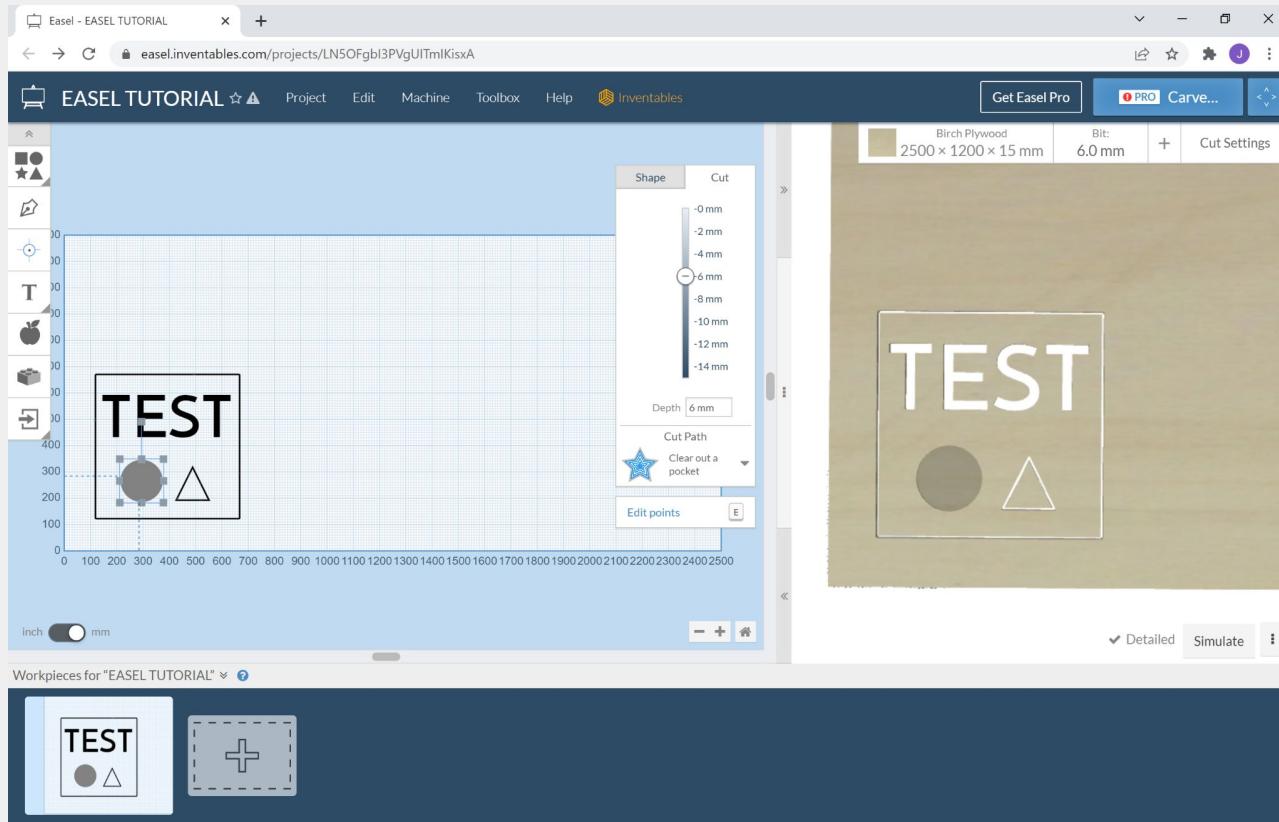


Easel nos permite crear archivos simples con unas herramientas básicas de diseño o importar archivos en formato SVG o DXF.

Al seleccionar los elementos se abrirá un menú “Shape” donde se puede modificar la posición respecto al origen, esquina inferior izquierda. Y la pestaña “Cut” donde se definirá el corte.

En este caso, se ha importado un archivo creado en Rhino en formato DXF, en el que se van a realizar diferentes operaciones. 2 operaciones de pocketing en el texto y el círculo, 1 operación de corte interior en el triángulo y un corte exterior en el cuadrado.

EASEL POCKETING

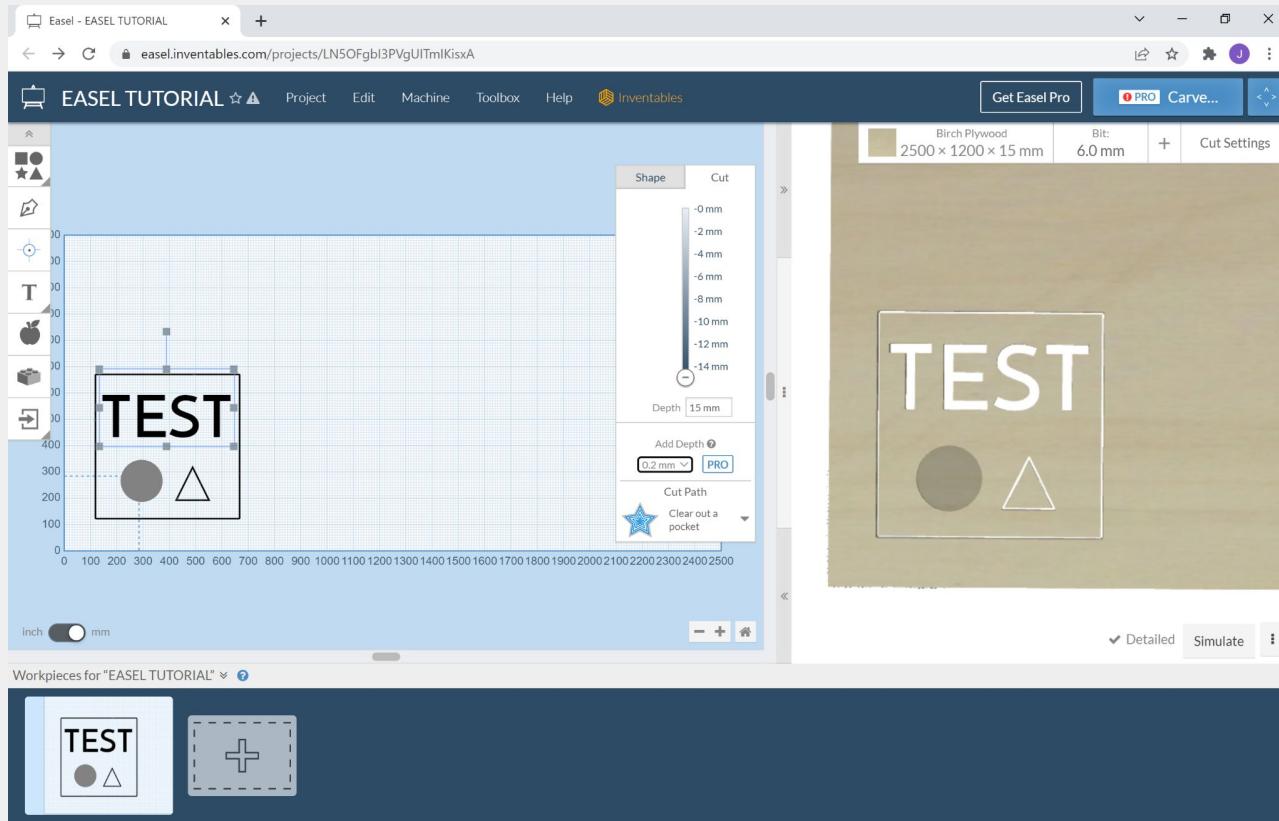


Una operación de “Pocketing” o vaciado consiste en extraer todo el material en el interior de una curva cerrada. Es importante revisar que las curvas que definen un Pocketing sean curvas cerradas, porque sino la operación será errónea.

En la pestaña “Cut” se definen la profundidad de corte y el tipo de corte, en este caso “Clear out a pocket” para crear un vaciado.

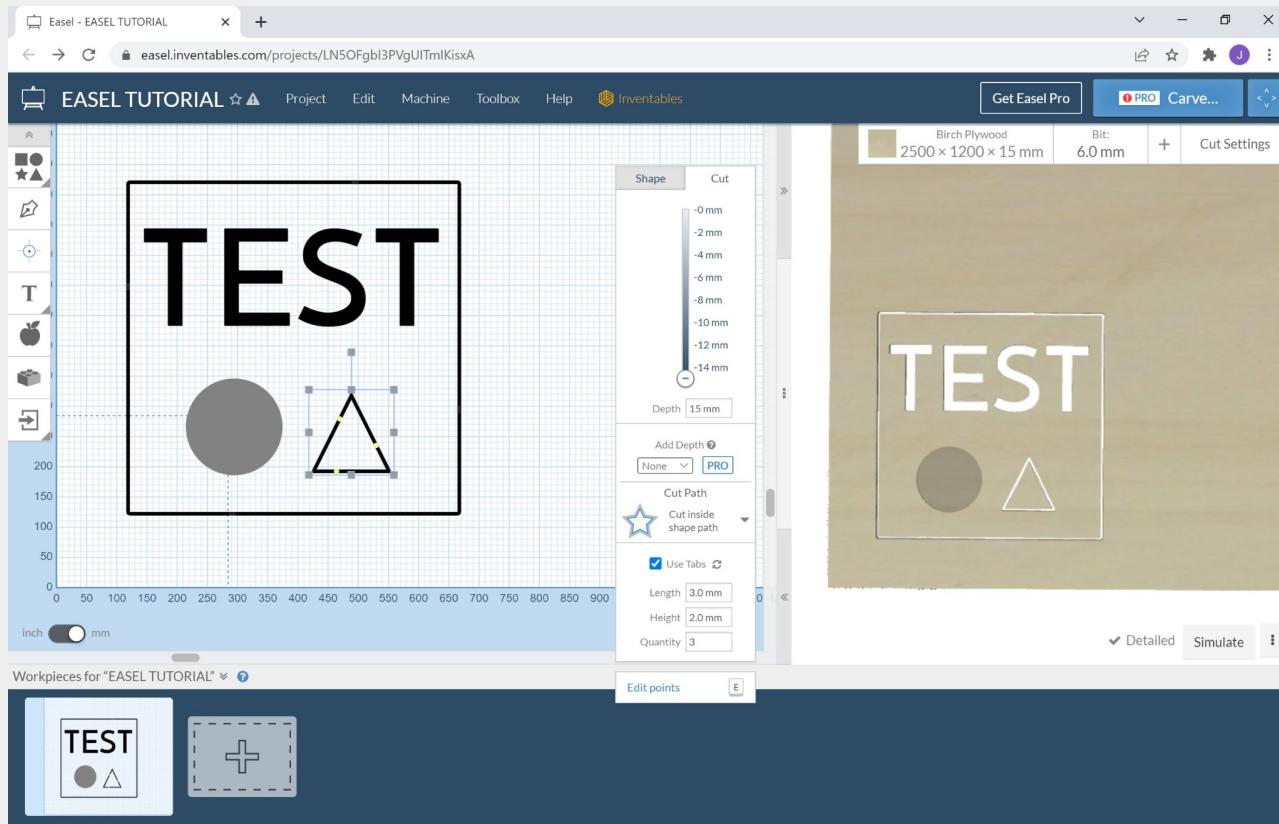
Para la primera operación se utiliza un “Pocketing” a 6mm.

EASEL POCKETING



En el segundo “Pocketing”, se rebajara el texto 15 mm, el grosor del material. En este caso, como se aprecia en la simulación a la derecha, va a quedar el texto completamente vacío.

Cuando una operación corta a través de todo el material, aparece una nueva función “Add Depth” en el que se puede añadir una cierta distancia que se cortará en la mesa de sacrificio para asegurar que el corte atraviesa todo el material.



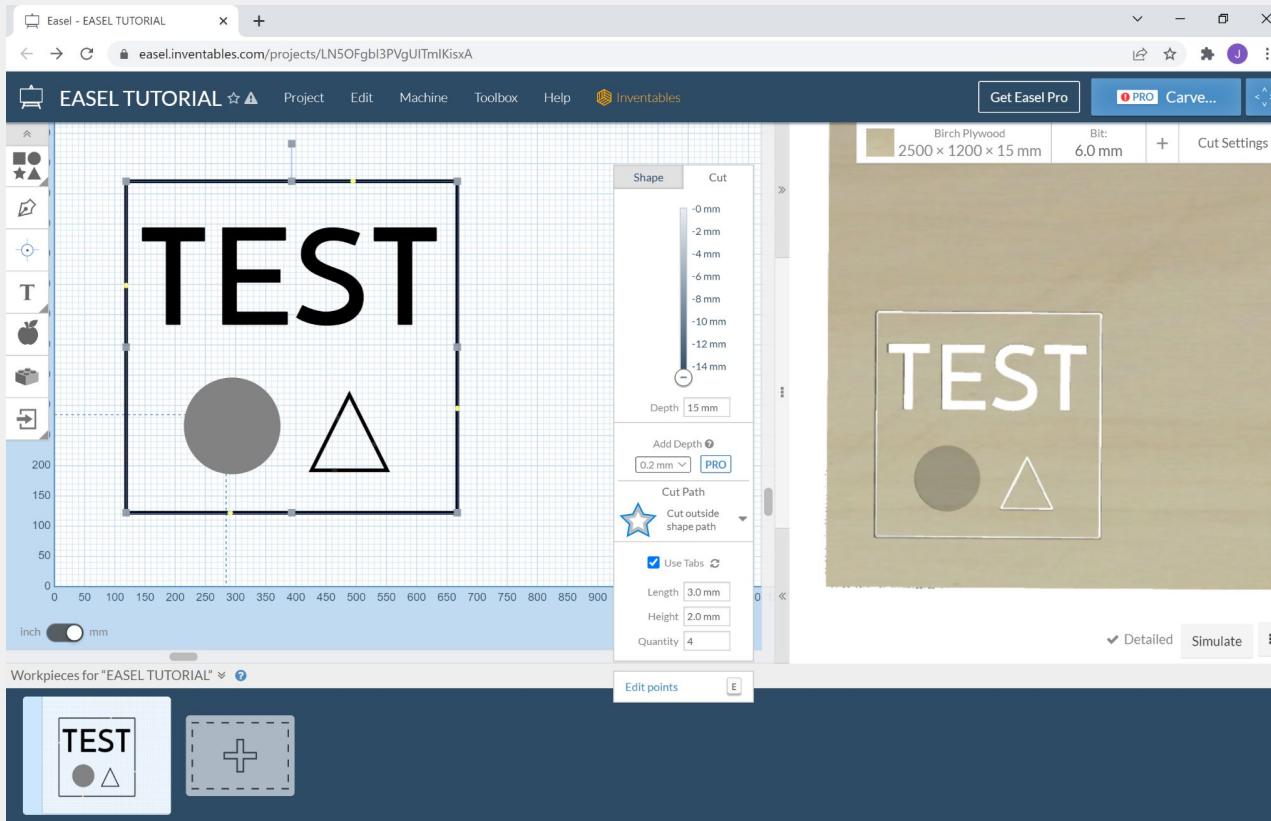
EASEL CORTE

Para realizar un corte, se pueden utilizar 3 técnicas distintas en función del resultado final. Se puede cortar encima de la curva, por dentro o por fuera.

En este caso, se realiza un corte por el interior de la curva, para que las dimensiones definidas durante el diseño se mantengan en el agujero triangular y no en la pieza cortada.

Como el corte es a través del material, se activa la opción "Use tabs" en la que se crean automáticamente unos puentes que unen las piezas a la base, para evitar que se desprendan y puedan dañar al usuario o a la herramienta.

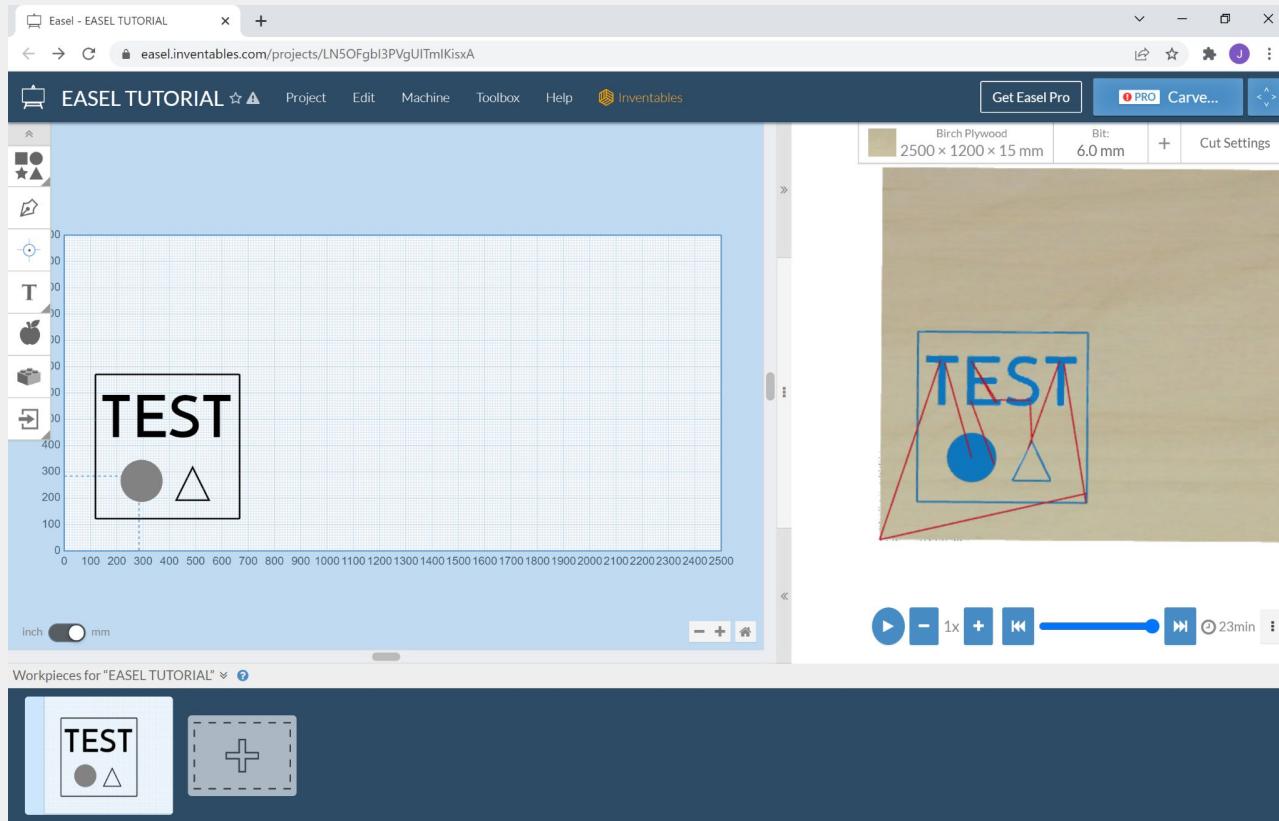
EASEL CORTE



Por último se realiza un corte por el exterior de la línea del cuadrado, para asegurar que la pieza cumple con las dimensiones del diseño.

EASEL

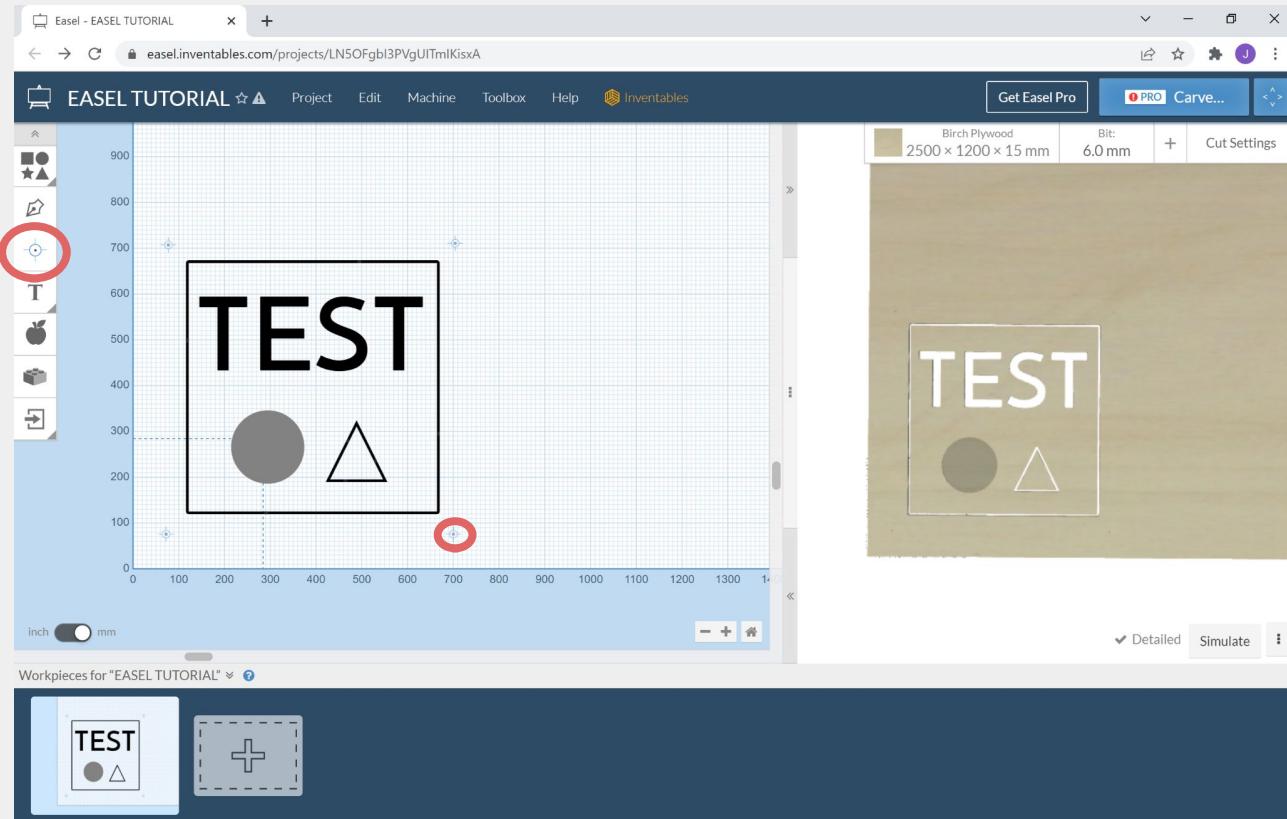
SIMULACIÓN Y ORDEN



En el lado derecho de la pantalla se puede pre-visualizar las operaciones que se han programado y la simulación del archivo.

En cuanto al orden de las operaciones, Easel siempre tomará primero en cuenta las operaciones que se realicen dentro de otras partes, por ejemplo en este caso va a empezar con las operaciones dentro del rectángulo exterior, para asegurar que no haya un desprendimiento de la pieza mientras se corta.

EASEL FIJACIÓN

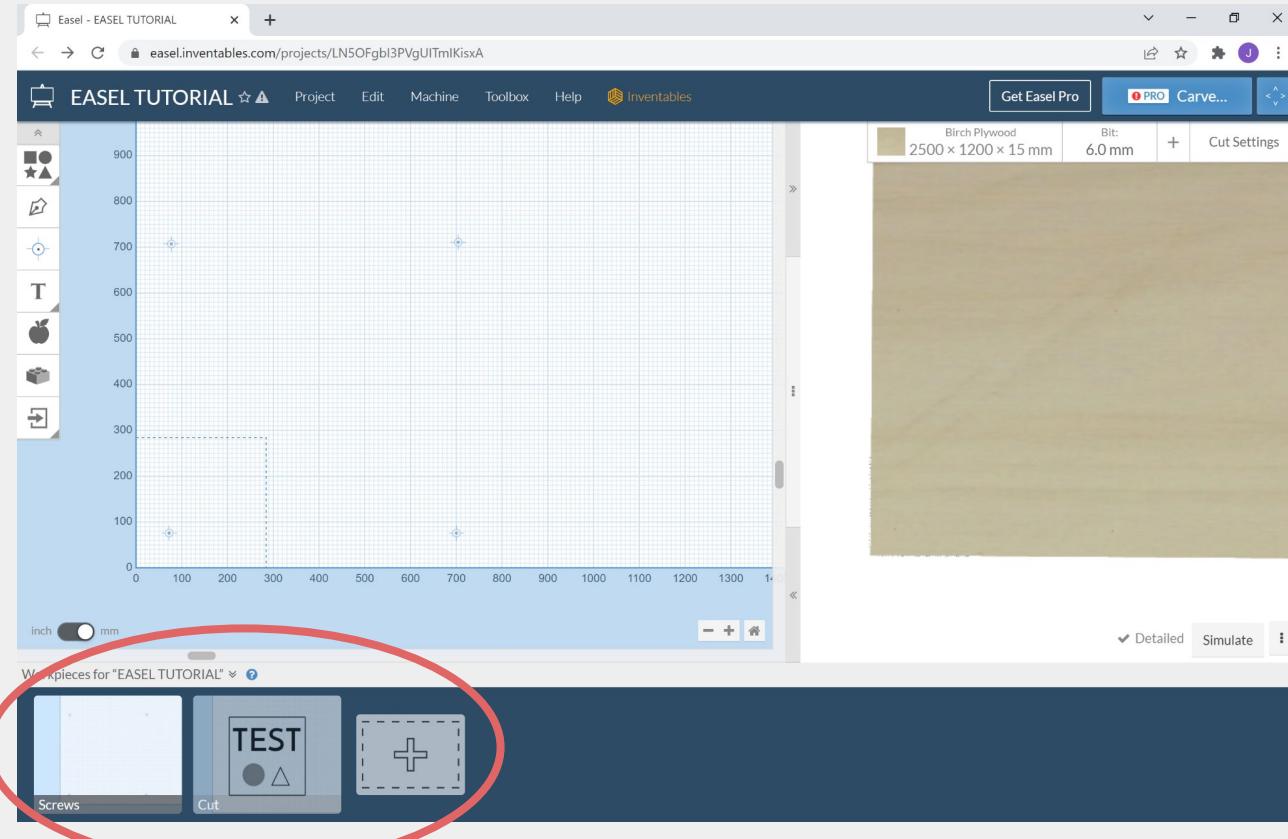


Para asegurar un buen funcionamiento de la máquina es necesario fijar la pieza en la mesa de sacrificio. Una de las maneras más seguras es utilizando tornillos, y para asegurar que no va a haber colisiones con la herramienta, la mejor manera es incorporarlos en el diseño.

Para ello se dibujan puntos con la función “Drill” de Easel y definimos una profundidad de 3 mm, ya que solo queremos marcar el material.

Como el movimiento será puramente vertical, el material no debería moverse durante esta operación aunque no esté fijado todavía.

EASEL — VARIAS ESTRATEGIAS

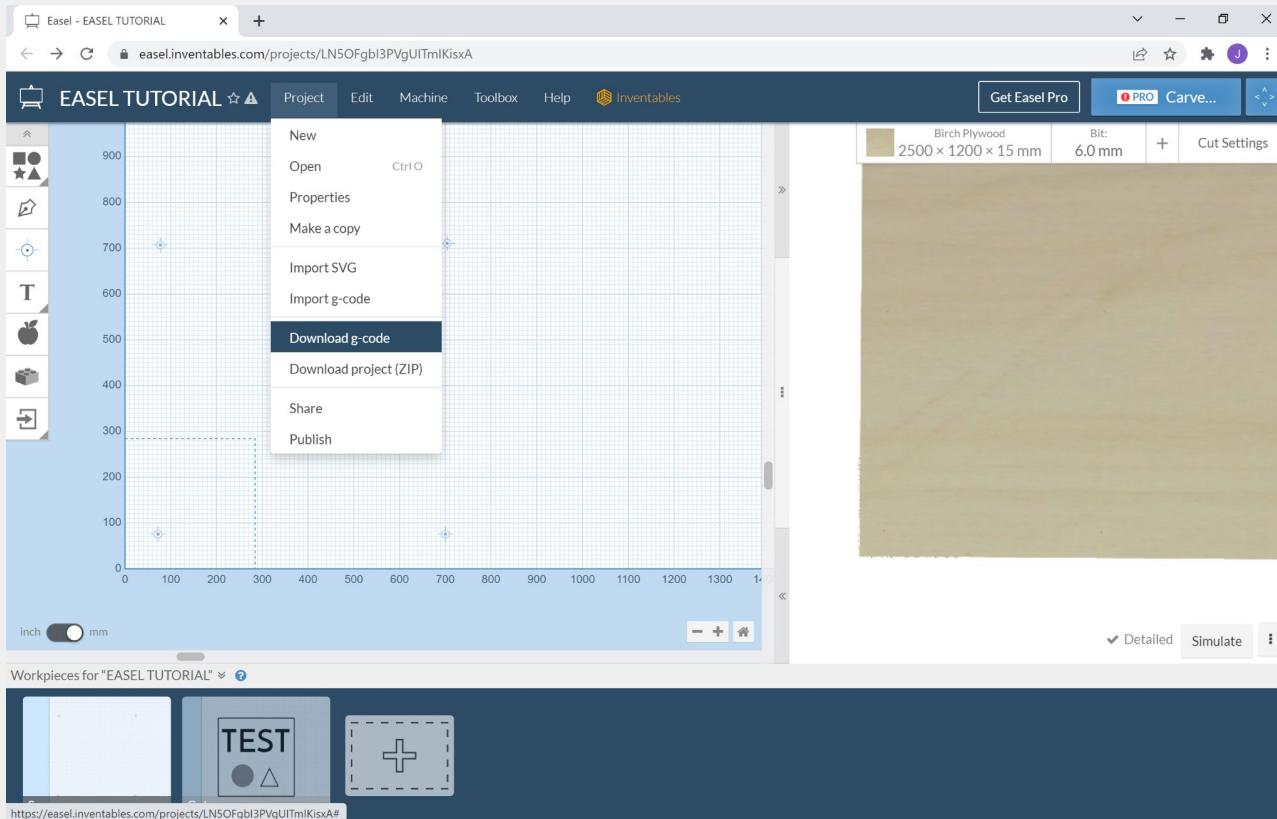


Si se contemplan los tornillos de fijación en el diseño son necesarios dos archivos diferentes, uno para los tornillos y otro para el resto del corte, ya que se debe parar la máquina para fijar el material entre ellos.

Para ello, podemos utilizar distintos “Workpieces”. En el ejemplo, se ha duplicado el “Workpiece” principal y se han borrado las operaciones sobrantes en cada uno.

Esto también es útil cuando se necesitan utilizar distintas herramientas para las distintas operaciones. En cada “Workpiece” se pueden definir herramientas distintas.

EASEL EXPORTAR

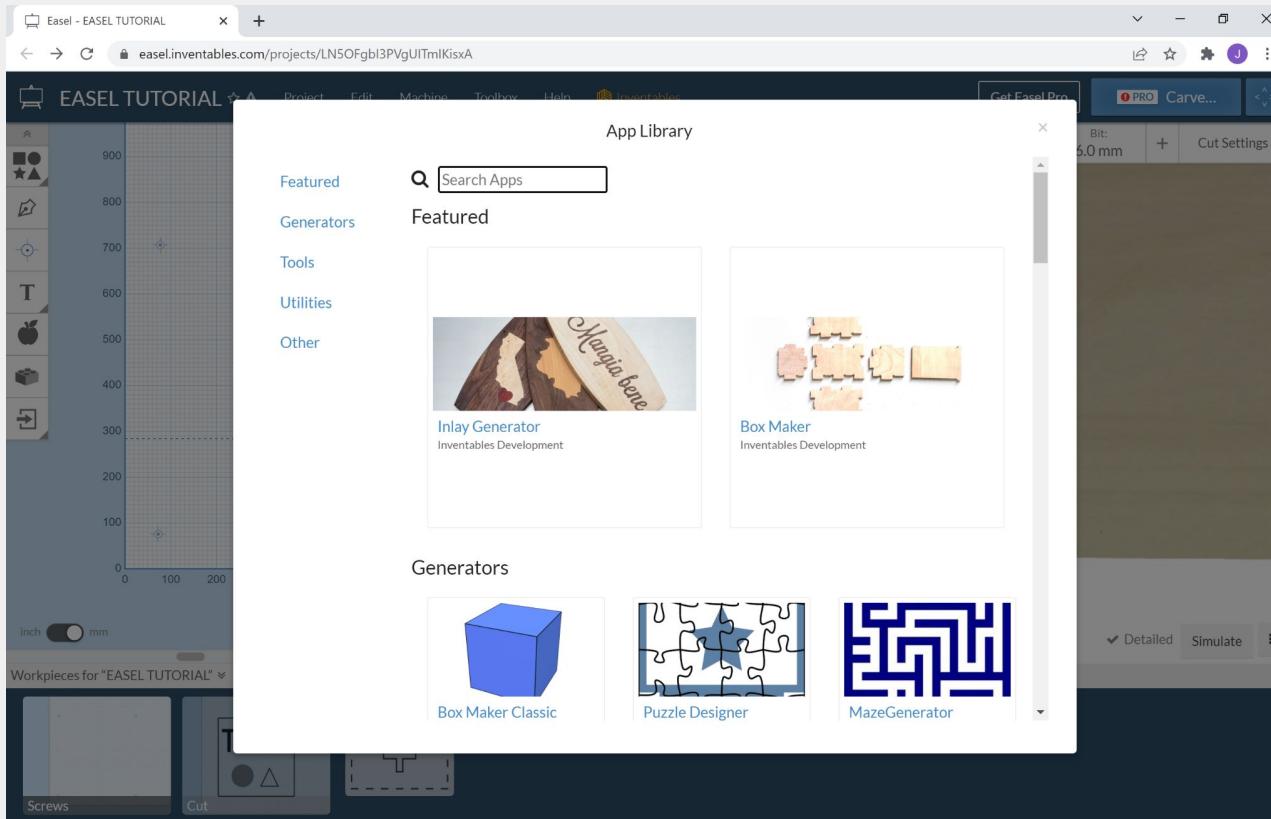


Una vez creadas todas las estrategias necesarias para el corte del diseño, se deben exportar los archivos.

Easel permite exportar los archivos como “G-code”, extensión standar para máquinas de CNC.

Hay casos en que se necesite un postprocesado del G-code, dependiendo de la máquina, por ejemplo para añadir una secuencia de iniciación o para seleccionar una herramienta. Esto dependerá de cada máquina y se debería ajustar según el fabricante.

EASEL APPS



Easel también cuenta con una librería de “Apps” para automatizar el diseño de piezas o conseguir distintos resultados.

Un ejemplo es un creador de cajas, un simulador de relieve que a partir de gradientes simula distintas alturas para realizar un contorneado en 3 dimensiones o un creador de engranajes entre muchas otras cosas.

RESOURCES

CNC// RESOURCES

- <http://www.iscriptdesign.com/#> Parametric stools
- <http://mattermachine.com/> Parametric everything !
- <http://www.sketchchair.cc/> Let's make chairs !
- <http://flatfab.com/> Flat 3d models
- <http://boxmaker.connectionlab.org/> Parametric box
- <http://www.makercase.com/>

CAM SOFTWARES

CAM //

SOFTWARES

- **ASPIRE** www.vectric.com
- **Free Mill** www.mecsoft.com
- **HSMexpress** www.hsmworks.com
- **G-simple** www.gsimple.eu
- **Heeks CAD-CAM** www.heeks.net
- **EMC2** www.linuxcnc.org
- **Jedicut** www.jelinux.pico-systems.com
- **FABMODULES** www.fabmodules.org
- **Ace Converter** www.dakeng.com/ace.html
- **DeskEngrave** www.deskam.com
- **Modela4player** www.rolanddg.com
- **Auto-Trace** www.autotrace.sourceforge.net
- **Scan2CNC** www.gravomaster.com
- **MaxCut** www.maxcut.com.za
- **Rhino CAM** www.rhino.com

LIVE DEMO SHOW

**THANK
YOU**



Q&A - conversation

[**https://miro.com/app/board/o9J_lxIOlrc=/**](https://miro.com/app/board/o9J_lxIOlrc=/)

Revisión plataforma EDU

MT09 - Desafío

**Modelar algo mas grande de 1mx1mx1m y que utilice uniones de madera.
Sin tornillos, sin cola, solo uniones secas**

Haz los toolpaths en Easel,Fusion 360 o el softwares que elijas.

Gracias!