

Análisis y desarrollo de técnicas de tornería segmentada en madera en Uruguay.

Algún mes de 2021
Federico Rivedieu

Tutor:
Di. Florencia Peirano

Tribunal:



Escuela Universitaria
Centro de Diseño



Facultad de Arquitectura,
Diseño y Urbanismo
UDCLAR



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

*Encontrar lo que te gusta
y buscar la manera de hacer que funcione.*

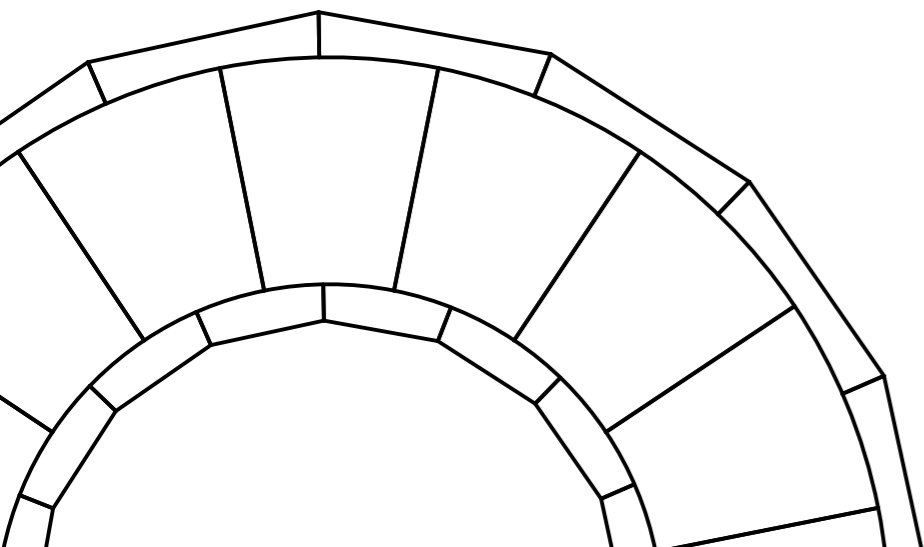
Gracias a Vir que aportó cada granito de su arena

A Cachy y Koke, por acompañarnos y ayudarnos a aprender como somos

A todo el Whacha por compartir nuestros caminos

A mis padres por apoyarme y dejarme conocer los resultados de mis propias decisiones

A todos los que me otorgaron experiencias tanto buenas como malas, hoy soy quien soy gracias a ellos.



Resumen

La tornería segmentada nos brinda la oportunidad de generar volúmenes de madera a partir de material de stock, lo que presenta diversidad de aplicaciones y usos. Existen dos tipos, el encolado segmentado, y el encolado plano, cada uno con sus características positivas y sus desventajas, en este trabajo se evalúan ambos métodos y se analiza el alcance y aplicación de los mismos.

Indice	
Resumen	2
Glosario	4
Planteamiento del Problema	7
Motivación y Justificación	8
Objetivos	9
Limitantes	9
Fundamentación teórica	10
Antecedentes	10
SEGMENTADO	23
Beneficios	24
Problemas e inconvenientes	24
Proceso de construcción	26
ENCOLADO PLANO	37
Beneficios	38
Problemas e inconvenientes	38
Proceso de construcción	39
ANÁLISIS	42
Tiempo y Facilidad	43
Optimización del material	44
Bibliografía y recursos	48
Experimentaciones	50
Anexo	58
Reinmersión en el proceso de armado	62

Glosario

Material de Stock: Dícese del material adquirido en aserraderos con dimensiones establecidas por la industria, generalmente en pulgadas. Por ejemplo 1"x1", 2"x4, 4"x6", etc.

Tornería segmentada: El término refiere al trabajo en torno de una pieza creada en base a unidades menores de material, en lugar de provenir de una pieza única de madera maciza.

Segmento: Unidad mínima en la tornería segmentada con la cual se conforma la pieza, es una sección de madera de forma trapezoidal en la cual los ángulos, anchos y largos determinan la forma final del objeto a producir.

Anillos: Unión de segmentos para conformar un aro de material continuo, el cual se encola con otros para generar resistencia y el conformado de la pieza

Volúmen: Término utilizado para referirnos a la pieza ya encolada en su forma final.

Encolado: Uso del pegamento, cola de carpintero, para unir dos o más piezas de madera, en algunos casos se le refiere como proceso productivo.

Veta: Sentido de las fibras que componen la madera, las cuales determinan su fortaleza, facilidad o resistencia a la ruptura, etc.

Testa: Conocido en inglés como End Grain es la sección de corte de una madera perpendicular a la veta.

Torno: Herramienta utilizada con el fin de generar objetos de revolución en la cual se aplica el uso de herramientas para el desbaste del material siendo trabajado.

Jig: Palabra derivada del inglés que significa plantilla, pero en el rubro se utiliza para todo tipo de ayuda que aporte en tiempo, practicidad o precisión a lo que se está haciendo en el momento. El término abarca desde guías de corte y stops en herramientas para generar cortes concisos, hasta soportes que faciliten el uso de una única operación, y no vuelvan a ser usados ni tengan otro uso más que el buscado en ese momento.

Luneta: Herramienta conformada por 3 o mas ruedas para sujetar la pieza a torneear mientras se trabaja, con el fin de evitar vibraciones, sacudones o accidentes.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



Motivación y justificación

La investigación parte de la necesidad de generación de piezas de volúmenes particulares que excedan las dimensiones de maderas importadas en Uruguay.

A su vez existe un interés personal en la experimentación y desarrollo de la técnica de tornería segmentada artística, una técnica muy metódica que requiere de gran atención y prolijidad para ser empleada correctamente.

La técnica está muy poco o no explorada en Uruguay, sin encontrar registros de la misma, únicamente fueron encontrados objetos torneados a partir de una sola pieza de madera, y los cursos dictados localmente se ciñen a eso.

En gran medida la investigación está incentivada por la inexistencia de documentos académicos de tornería en madera en general, menos aún en esta técnica y su instrucción y desarrollo. De aquí también parte el valor del manual generado para la realización de las piezas y sus detalles.

La revaloración de un trabajo artesanal forma parte del núcleo de motivación para mis proyectos personales y profesionales, aportar a la temática desde el ámbito académico al que personalmente tengo alcance es un gran motivador social para mí.

El uso de recortes y materiales inutilizables en otros trabajos de carpintería otorga una profundidad a la técnica en varios aspectos económicos y ambientales.

Previo a la técnica de tornería segmentada, el artista dependía de la forma y características del tronco de madera para realizar su obra. Con el desarrollo de la misma, el artista gana la capacidad de generar su propia pieza a trabajar, brinda capacidad de expresión y revolución del alcance de su obra.

La técnica segmentada implica para su correcto desarrollo de mano de obra y herramientas especializadas, un trabajo metódico, mucho tiempo de prueba y error, aprendizajes y años o décadas de pulir la técnica.

Objetivos

General

El objetivo general del proyecto es la investigación de ambas técnicas para conocer sus características y en función de las debilidades y fortalezas de cada una, establecer el alcance de su aplicación. Estas técnicas son la de encolado segmentado y encolado plano.

Particular

Lograr un estudio en profundidad de las técnicas mencionadas, el comportamiento del material ante las mismas y su trabajabilidad. Puntualmente se realizarán registros de tiempo y facilidad de armado de los volúmenes según la técnica.

Limitantes

El principal factor que sesga la objetividad de la investigación es el tiempo, maquinaria y experiencia del operario, ya que son los factores determinantes para la calidad del trabajo y el tiempo empleado a la tarea.

A su vez, se realiza una prueba en cada técnica que comprende el fin de extrapolar los requerimientos y expectativas de los resultados buscados, pero limita la capacidad comparativa entre ellos.

Por último, a pesar de contar con un taller que permite la realización de todos los pasos necesarios, las herramientas y procesos no industriales conllevan pequeños desajustes que presentan dificultades y detalles visuales en el resultado final.

Fundamentación teórica

Antecedentes

Existen registros de tornería en madera que datan del Antiguo Egipto 1323 A.C. (Michael Hofius, 'A brief history of woodturning', 2005). En estos se utilizaba un torno para girar la madera mediante un palo curvado y una cuerda envolviendo la pieza a tornear.

A partir de ese momento, la implementación de la tornería continuó aumentando sus aplicaciones durante siglos debido a la facilidad de generación de piezas regulares en relativamente poco tiempo. Desde la Edad Media, en Europa la tornería ocupa también un lugar en la categoría de las Finas Artes, siendo los torneros muy apreciados por la nobleza, convirtiéndose en una de las principales fuentes de ornamentación arquitectónica y mobiliaria. En un comienzo estuvo basada en piezas sólidas, para luego lograr formar piezas huecas gracias a la invención de la fundición de hierro al final del S XIX, ya que permitió generar tornos mas fuertes, que resistieran las fuerzas aplicadas a la pieza desde un solo extremo, es decir, sin poner la pieza entre dos puntos y soportarla desde ambos extremos.

A pesar de ser un oficio con una larga historia, no se encuentran documentos del desarrollo de la tornería segmentada hasta fines del S XX, con la aparición de artistas como Ray Allen (1986) o Bud Latven (1983).

En la tornería segmentada los volúmenes se generan en base a anillos paralelos consecutivos que conforman la altura del objeto, y segmentos individuales que se adhieren para generar estos anillos.

Para generar la forma se decide el diámetro del anillo que se desee conseguir y la cantidad de segmentos. El número de segmentos delimita el ángulo al que se debe cortar el trapecio para que se forme el anillo con todas las superficies coplanares. Una vez que se decide la cantidad, el largo de cada trapecio define el diámetro total del anillo. Ya conformados todos los anillos que generan el volumen, se pueden lijar las superficies para lograr un plano conciso, y se encolan hasta generar el volumen, es un proceso que puede hacerse en varias etapas si conlleva muchas partes y piezas. Incluso pueden pretornearse diferentes sectores del volumen para facilitar el trabajo o acceder a zonas que son inaccesibles con herramientas y lijas luego de terminado el encolado.

En Uruguay no se encuentran antecedentes de la técnica a desarrollar ni de investigaciones académicas.

Antecedentes de la técnica

Kyle Toth



Antecedentes de la técnica

Malcolm Tibbets



Triangles



Incarceration



Sierra Composite

Antecedentes de la técnica

Tom Lohman



Imaginary tubes



All Flowers



Swirl

CONTRAPUNTO CON LVL

Existen diversos materiales conformados a partir de madera encolada o sus derivados, como puede ser el chapón fenólico, MDF, MDP, OSB, etc. Pero dentro de los EWP (Engineered Wood Products) el que comparte más características con las técnicas trabajadas, sobretodo el encolado plano, es el LVL o **Laminated Veneer Lumber**.

Se genera y utiliza con el fin de otorgar resistencia estructural a una edificación, ya que posee una gran resistencia a los módulos de tensión elástica y se fabrica en dimensiones previstas para la construcción. El LVL consiste de laminas de madera encoladas en sentido paralelo unas a otras, lo que permite generar materiales fuertes y sin restricciones en el tamaño ya que al unirse las secciones se puede extender la producción del material. Las laminas se colocan en sentido paralelo para generar una estructura de viga lo más resistente posible, a diferencia de un compensado fenólico que lleva sus laminas presentadas de manera perpendicular cara a cara para generar una mayor superficie y con una mayor estabilidad dimensional.

ANISOTROPIA Y SU LUGAR EN ESTO

Uno de los factores que influyen en el uso de la madera como materia prima es su cualidad anisotrópica, la cual es definida como una diferencia en los valores del material según la dirección en que se lo examine. Por ejemplo, una madera tiene mayor tendencia a la compresión si se le aplica la fuerza de manera perpendicular a la veta, y no justo encima de ella. En la madera la anisotropía está regida por la veta de la misma, en sentido longitudinal la veta es más fuerte, por lo que se busca acentuar esta característica en la amplia mayoría de usos de la madera. En el encolado plano se utiliza madera en un único sentido con el fin de generar un volumen de resistencia mayor en el sentido que se desee aplicar la fuerza, y en el caso del segmentado se dispone la veta en forma tangente a la circunferencia, lo que permite un trabajo más fácil y de acabado uniforme. En ambos trabajos se busca reducir o manipular la propiedad con el fin de adaptarla a las necesidades buscadas.

QUE DIFERENCIA LA TORNERÍA ARTÍSTICA CON CARPINTERÍAS DE PRODUCCIÓN LOCALES

La tornería realizada en Uruguay es mayormente utilizada para el desarrollo productivo, lo que implica objetos seriados y distribuidos de manera local en los comercios de carpintería en general.

Estas carpinterías tienen la característica de generar productos que resuelven problemas al usuario promedio, con objetos de poca ideación o estética, y los cuales son iguales a los producidos antiguamente hace decenas de años, un ejemplo son los negocios encontrados en la calle Fernández Crespo u 8 de Octubre en Montevideo. La tornería artística conlleva mayor tiempo de trabajo, experiencia y equipamiento, meses de trabajo y años de experiencia para realizar una pieza y si no se trabaja únicamente con madera maciza, equipamiento de un taller completo de carpintería.

La tornería productiva anteriormente mencionada suele estar acompañada de estos factores y mano de obra experimentada, pero lo que el mercado busca son objetos rápidos, poco trabajados para cumplir su función. Un ejemplo de este tipo de trabajo es lo que se suele encontrar en las diferentes carpinterías anteriormente mencionadas en donde observamos piezas funcionales y con mayor eficiencia de uso tanto para el operario como para el usuario.

Respecto a esto lo que la tornería artística ofrece es un trabajo de mayor calidad estética, con un trasfondo más profundo acerca de su concepción, realizado por un artesano con técnicas tradicionales en materiales de la calidad óptima para el trabajo.

MATERIAL DE UNIÓN

Para el estudio se utiliza cola de carpintería Titebond Original. Cualquier cola de carpintería es eficaz para esta aplicación, pero se recomienda no utilizar cola vinílica de papelería, ya que no genera el mayor poder de unión entre las maderas.

Por último, podrían experimentarse otros adhesivos poliuretánicos o similares con el fin de acelerar el proceso de armado de los volúmenes.

MATERIA PRIMA Y SUS PECULIARIDADES

Para la generación del volumen segmentado se utilizó Perobá, Caoba y Angelín, mientras que para la experimentación de formas se utilizó Pino Nacional.

De aquí se extraen dos observaciones, la primera es la importancia de la madera a elegir según la técnica a trabajar. En el caso de tornearse el volumen segmentado la veta se encuentra en el sentido ideal, ya que nunca nos encontramos la testa ni contraveta de la madera, mientras que con el encolado plano la veta está en sentido perpendicular al corte generado por la herramienta.

La segunda observación es que la técnica segmentada nos brinda la capacidad de elegir cada fragmento de madera a utilizar y su posición en el anillo, así como la oportunidad de descartar segmentos que no sirven para la pieza, ya sea por nudos, grietas o cualquier desperfecto que se encuentre en la madera.

También brinda al artista gran capacidad de expresión pudiendo generar por manos propias el volumen de madera y su conjunción visual.

Por último, uno de los grandes privilegios del artista al trabajar esta técnica es la de poder utilizar maderas exóticas y recortes que para otros proyectos de carpintería no encuentran aplicación y son acumulados o utilizados para ser quemados.

TECNICAS A TRABAJAR SEGMENTADO



Beneficios

Entre las ventajas que ofrece, se encuentra el aprovechamiento de material y libertad para la generación de volúmenes, lo que permite generar piezas a partir de maderas de dimensiones de stock. No solo que esto nos permite lograr nuestro objetivo en base a materiales adquiridos en cualquier aserradero, sino que no nos vemos limitados a trabajar con dimensiones de troncos naturales ya existentes.

Al momento de generar volúmenes de forma orgánica y no cilíndrica, la presencia de los anillos nos permite crear la forma deseada antes de ser colocada en el torno, lo que facilita el trabajo posteriormente.

El consumo reducido de materiales nos permite el uso de materiales exóticos e importados, que se utilizan en pequeñas cantidades y de no ser por este método, sería un alto costo económico.

También genera piezas más livianas y que no requieren de un ahuecado o secado previo al trabajo a realizar.

El armado de un volumen segmentado genera una pieza fácil de toronar, con la veta en dirección paralela a la herramienta, lo que permite un acabado relativamente fácil y rápido, y no tiende a destruir las fibras de la madera.

Ya que el volumen se conforma de decenas o cientos de piezas pequeñas, tenemos la oportunidad de seleccionar los segmentos que presenten nudos u otros defectos, lo que posibilita de manera más precisa el aprovechamiento del material, pudiendo utilizar el 100% de la madera útil.

Esta última característica también presenta la posibilidad de infinitas experimentaciones y oportunidades de armado de las piezas, generando diferentes patrones visuales con la disposición de los segmentos.

Problemas e inconvenientes

La dificultad que presenta es el armado de las piezas, es un proceso de muchos pasos en los que cada uno presenta sus propios desafíos.

Debido a estos procesos, requiere de mucho tiempo dispuesto al correcto corte de piezas y generación del volumen, así como maquinaria precisa y mano de obra experimentada y cuidadosa.

El método presenta piezas que no son estructuralmente fuertes, suelen no resistir golpes, y no soportan cargas sobredimensionadas, no solo que están conformados de piezas pequeñas y con la veta de manera irregular, sino que la veta en sí está colocada de manera perpendicular a las cargas, por lo que tiende a ceder más fácilmente a la compresión.

A su vez durante el proceso de conformación del volumen, los anillos individuales son muy débiles y propensos a la ruptura, por lo que se los debe manipular con criterio y cuidado. Una vez se encola un anillo con otro esta debilidad se disipa en base a la unión entre las

caras planas de cada segmento.

Herramientas utilizadas

Herramientas mínimas necesarias

- Sierra circular de mesa: Se utiliza para llevar los listones a las dimensiones deseadas, así como para cortar los segmentos con su ángulo correspondiente utilizando un jig
- Torno: Herramienta sobre la cual se trabaja para lograr la pieza final, así como también es de utilidad para el armado del volumen y lijado de piezas
- Cinta adhesiva, bandas elásticas o idealmente abrazaderas, son utilizadas para la unión de los segmentos y la aplicación de presión requerida para encolar cada anillo.
- Sargentos: Se utilizan para la unión de cada anillo con el siguiente, también se puede aplicar peso sobre la pieza, o en caso de tener la pieza montada en el torno, presionar con la contrapunta.

Herramientas que facilitan el trabajo

- Garlopa y cepillo: Permiten dar las dimensiones al listón de manera más rápida, concisa y precisa
- Ingletadora: Herramienta utilizada para generar cortes en listones de madera, ya sean cortes perpendiculares, en ángulo de 45°, o cualquiera que se quiera en ese abanico de ángulos. En algunos casos el uso de una ingletadora para generar los trapecios es lo más rápido y práctico, más aún si no contamos con un jig para dar el ángulo correcto en la sierra circular.
- Lijadora de tambor: Funcionan de manera similar a un cepillo, pero con la diferencia de que en lugar de cuchillas, llevan lijas, por lo que permiten lijar ambas superficies de un objeto y generar el paralelismo deseado, pero no son domésticas, y no se encuentran en el mercado Uruguayo.

Proceso de construcción

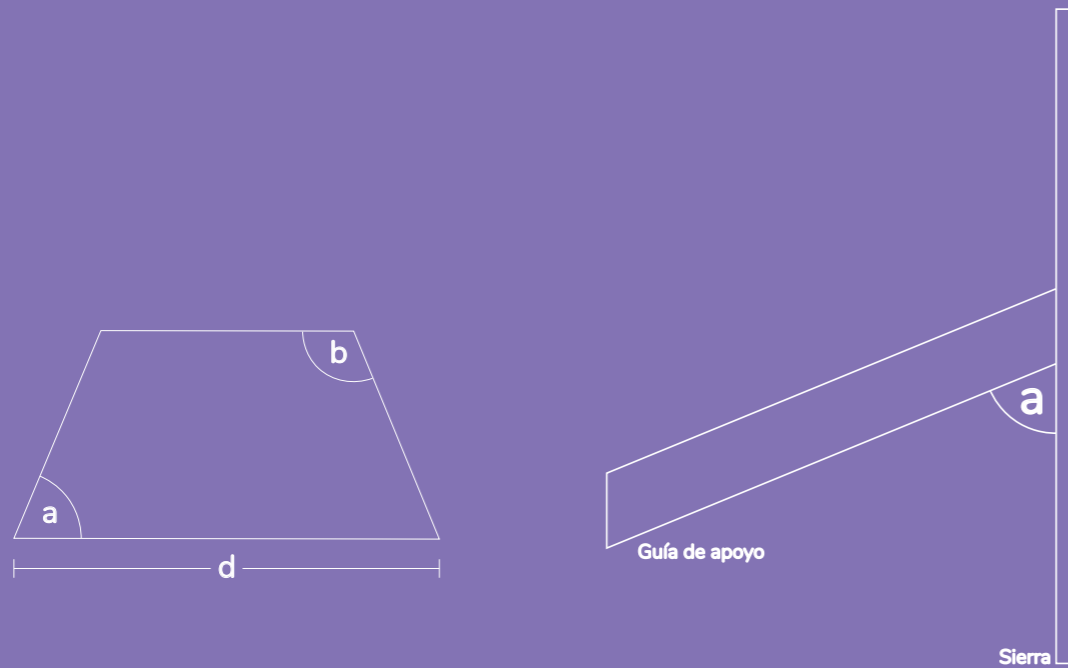
Se cortan los listones de madera a utilizar definiendo su ancho y alto, lo que determina el espesor de pared y el alto de cada anillo respectivamente. El espesor o ancho del anillo se define en parte respecto al ángulo en que se remueva material durante el proceso de torneado (Ej: De ser un cilindro, el ancho no es tan necesario como si se buscara generar un perfil curvo o cónico, se requiere de más material sobrante)

Una vez que se tienen los listones preparados, seteamos la herramienta a usar con el ángulo deseado y cortamos cuántos segmentos sean necesarios de cada largo, idealmente cortamos algunos segmentos sobrantes para la posterior selección de piezas.



Se aplica el ángulo deseado del carro respecto a la hoja y se fija la guía

Este paso tiene requerimientos muy precisos al momento de dar el ángulo a los segmentos, si se tiene una desviación de 1°, se multiplica por la cantidad de segmentos de cada anillo y resulta en una pieza que no cumple/abarca los 360 grados necesarios para un correcto encolado.

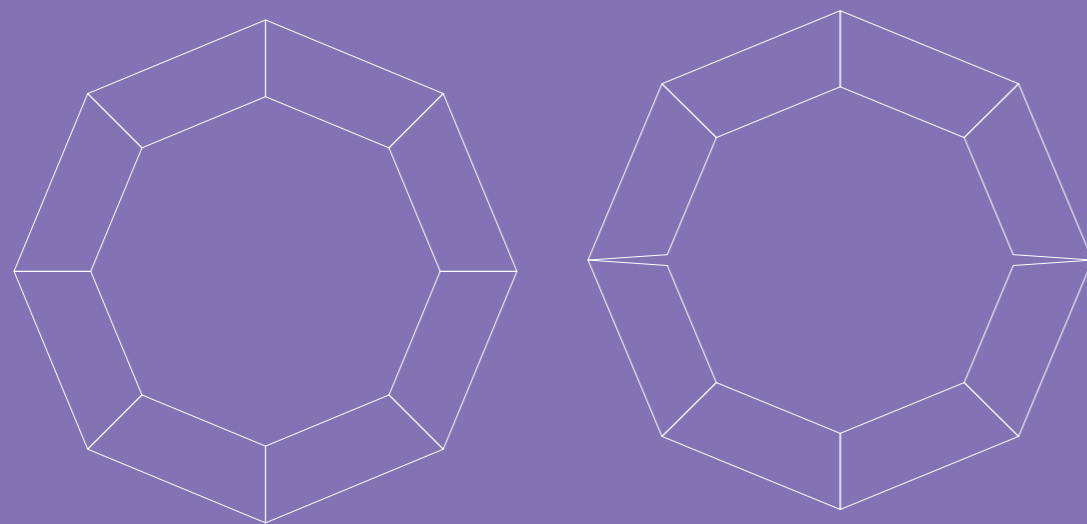


Representación de los ángulos buscados en el segmento y como determinarlos en el carro de la sierra de mesa.



Se cortan los segmentos invirtiendo el sentido del material para formar trapecios

Una solución a este problema es evitar la union del anillo completo al encolar dos semi-anillos, es decir, colocando dos semapadores y evitando la aplicación de cola en dos uniones de segmentos enfrentadas. De tal manera se generan mitades que otorgan la capacidad de ser lijadas para lograr superficies coplanares.



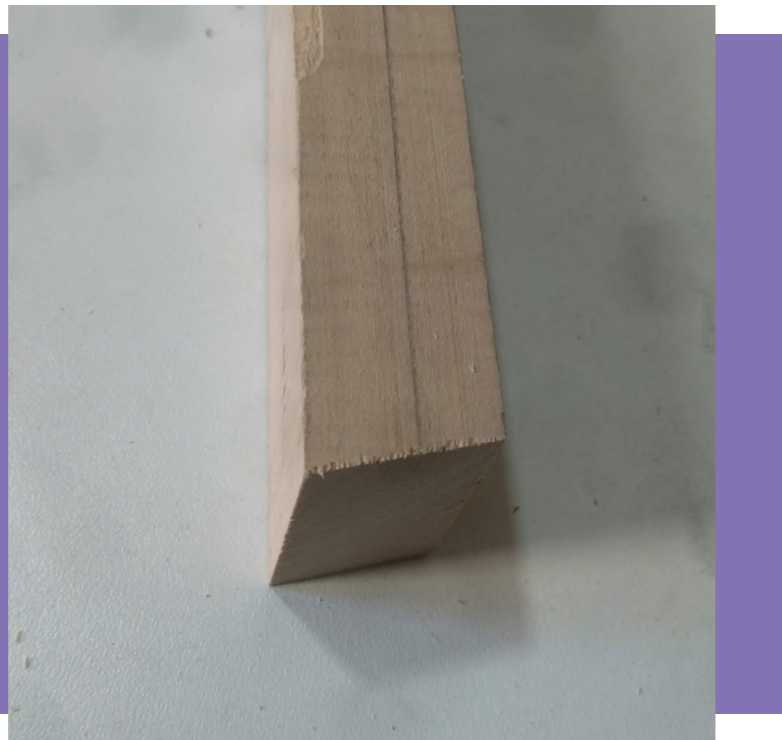
Se aprecia la diferencia entre un anillo con los ángulos cortados correctamente y uno con problemas de ejecución. Por este motivo se puede recurrir a encolar dos mitades para ser lijadas y encoladas nuevamente.



En las imágenes se aprecian dos detalles, se coloran las superficies con la misma lógica que las marcas de lápiz en el listón, mantener un registro de las caras del objeto para girarlo adecuadamente. Luego de lijadas las superficies de contacto, se invierte el sentido del semicírculo para anular el error de ángulo durante el lijado.

En las fotos se aprecian las piezas apoyadas sobre una superficie plana, vemos el ángulo que registran de la lijadora y separa ambos vértices si se colocan de manera inadecuada. También apreciamos las líneas anteriormente dibujadas, también intercaladas para anular errores.

Una línea en una de las superficies del material permite mantener el orden durante el encolado



Para el encolado del anillo se recomienda utilizar **bandas elásticas** con el objetivo de rodear la pieza y generar la misma presión de una manera fácil para el operario.

Una vez encolado el anillo, se debe lijar una cara de cada anillo para generar una superficie que se preste para lograr un buen encolado. Se monta el primer anillo en el torno encolándolo a una madera de sacrificio y se lija la cara restante para encolar con el siguiente anillo, y así sucesivamente. Es importante seguir este paso e ir anillo por anillo, lijando la segunda cara cuando esté montado en el torno, ya que es lo que condiciona y asegura el paralelismo entre cada anillo.

Se ha de tener conciencia de que el encolado del anillo está compuesto únicamente de uniones de testa, por lo que es muy débil y no soporte golpes ni fuerzas. El objeto adquiere su fuerza al ser encolado con otros anillos desfasados en los puntos de unión, como en una construcción por mampostería.

Se aconseja comenzar el torneado entre puntas por más que el objeto deseado sea hueco y se deba tornear también la cara interior, esto reduce las posibles roturas del conformado así como las vibraciones.

Tener en cuenta que en cada etapa de encolado, se debe dejar secar la cola un mínimo de 4 a 6 horas para seguir trabajando la madera, la cola logra el secado total de 8 a 24 horas de aplicada, dependiendo del fabricante y características del ambiente. Esto requiere de mucho tiempo de planificación, corte, ensamblado y encolado para llegar a la pieza, pudiendo ir desde días hasta semanas para su construcción.

También se pueden lijar ambas caras de todos los anillos antes de encolar y montar en el torno, esto permite que se genere el volumen en una sola encolada, pero se pierde la seguridad del paralelismo entre caras, lo cual no siempre es significativo para el proyecto.



En este caso se optó por generar anillos de mayor altura que la deseada para optimizar los procesos de trabajo. Se aprecian los segmentos adheridos a diferentes retazos de material dependiendo de su diámetro.

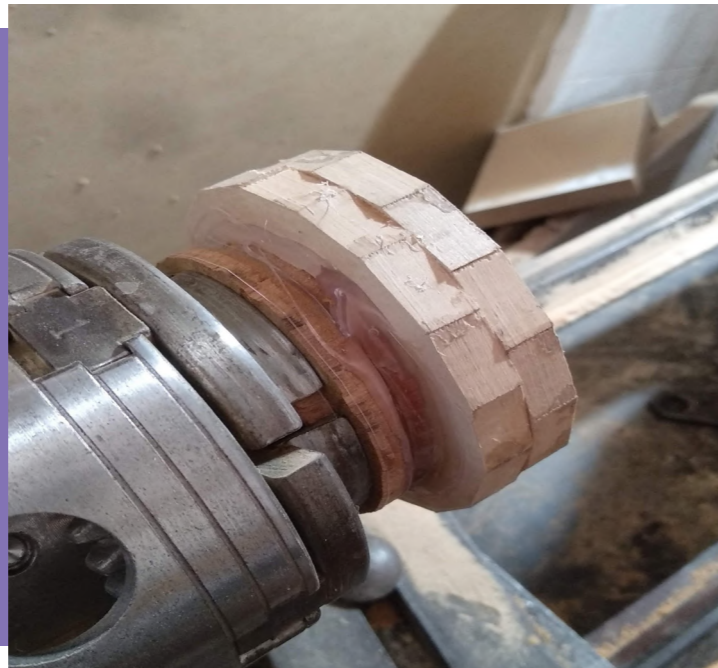
Se adhieren al material de una manera removible a futuro, en este caso se optó por el uso de silicona caliente, debido a su gran resistencia y facilidad de desprendimiento luego de terminado su trabajo.

Además del objetivo primario de este adhesivo que es mantener la pieza vertical cuando se pasa por la sierra, cumple también la función de evitar un giro por parte de la pieza, lo que podría generar accidentes.



A su vez, permite generar cortes paralelos el uno al otro, lo que ahorra pasos posteriores y disminuye la cantidad de maquinaria necesaria para generar este proceso, como podría ser utilizar una sierra sin fin para reducir el desperdicio del corte.

Los primeros anillos siendo encolados, nótese el cilindro de sacrificio encolado para ser sujetado por la mordaza. Éste es colocado con el único fin de sujetar la pieza, para luego ser cortada y desprendida del objeto



Se agrupan los anillos en subrupos de tres con el fin de agilizar el proceso de encolado y dividir los procesos de manera mas manipulable. Al encolar en el torno se puede aprovechar la contrapunta para presionar los anillos.



Paso 1

Los anillos son encolados uno a uno, el objetivo es lijar la superficie entre uno y el otro para mantener el paralelismo entre líneas.

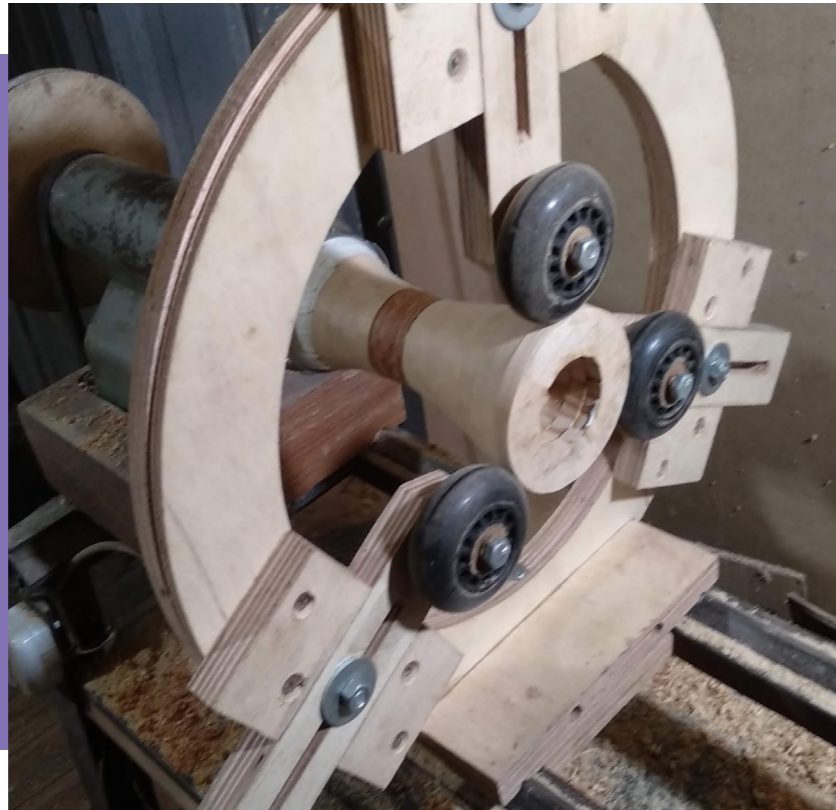


Se puede apreciar un subgrupo ya torneado siendo encolado al siguiente



Paso 2

Para ahueca la pieza se coloca una luneta para mantener la concentricidad y evitar vibraciones y accidentes.



Paso 3



Dependiendo de las fases del proceso de torneado, para trabajar la pieza por fuera es aconsejable hacerlo entre puntas. Esto es necesario tanto por la forma y tamaño, sino por su característica de ser segmentada.

Paso 4



Pieza terminada en laca incolora

TECNICAS A TRABAJAR ENCOLADO PLANO



Beneficios

El principal beneficio que presenta este tipo de encolado es la facilidad y rapidez con que se puede conformar el volumen deseado. No requiere de mano de obra especializada o experimentada, ni de herramientas poco usuales en un taller doméstico.

A su vez presenta beneficios temporales, como ser de fácil encolado, siendo presionado por sargentos únicamente y logrando todo el encolado de la pieza final en un solo procedimiento.

Esta técnica es elegida también por su fuerza estructural, siendo que recibe las cargas en sentido longitudinal a la veta de la madera, y siendo reforzado por el volumen de material que se consigue al encolar.

Problemas e inconvenientes

La técnica se utiliza primordialmente con fines estructurales, para lo que es ideal, pero conlleva dificultades si se quiere destinar para otra aplicación.

Primariamente nos encontramos con la imposibilidad de generar volúmenes de perfil orgánico, permitiendo sólo generar formas cilíndricas, luego se puede dar la forma buscada, pero se pierde materia prima de manera innecesaria.

A su vez, al ser utilizada con fines estructurales, en gran parte de los casos se busca que la pieza no presente nudos, lo cual puede nuevamente conllevar a pérdidas de materia prima debido a que se debe desechar todo un sector de la madera (a diferencia de solo un segmento en caso de ser segmentada)

Al toronar la madera con la fibra perpendicular a la herramienta, tiende al desgrane y ruptura de las fibras, lo que exige mano de obra más experimentada y herramientas mejor afiladas para llegar a un buen acabado, así como de más tiempo de lijado.

Por último, se pierde la capacidad de generar interés visual con la selección y aplicación de diferentes especies de madera. No sólo porque no contamos con segmentos o anillos para la generación de patrones, sino que por su disposición, si se utiliza más de una especie o coloración de madera, el resultado generado no siempre es deseable.

Herramientas utilizadas

Herramientas mínimas necesarias

- Sierra circular de mesa: Se utiliza para llevar los listones al ancho deseado, así como también puede utilizarse para fraccionar los segmentos en el largo.
- Torno: Herramienta sobre la cual se trabaja para lograr la pieza final
- Sargentos: Se utilizan para la unión de cada anillo con el siguiente, también se puede aplicar peso sobre la pieza, o en caso de tener la pieza montada en el torno, presionar con la contrapunta.

Herramientas que facilitan el trabajo

- Cinta adhesiva, bandas elásticas o idealmente abrazaderas, son utilizadas para mantener la estructura mientras se presiona con sargentos.
- Ingletadora: Se puede utilizar para fraccionar la madera en segmentos del largo deseado

Proceso de construcción

Se selecciona la madera a utilizar, y se estudia la mejor disposición para generar el volumen de dimensiones deseadas. se realizan los cortes necesarios para lograr una forma semejante a un círculo, esto se emplea con el fin de evitar desafilar la herramienta removiendo material innecesario, reducir tiempo de trabajo y posibles accidentes, y dependiendo del caso, los sobrantes se pueden utilizar en otros sectores del encolado.

Una vez cortadas las tiras del material, se cortan en el largo, dimensión que establece el alto de la pieza torneada.

Cortados todos los segmentos, se encola la pieza y al secar queda lista para ser trabajada. Se recomienda primeramente "encintar" o rodear el volumen con bandas elásticas para permitir un más fácil encolado sin las piezas moviéndose al ser presionadas con los sargentos.

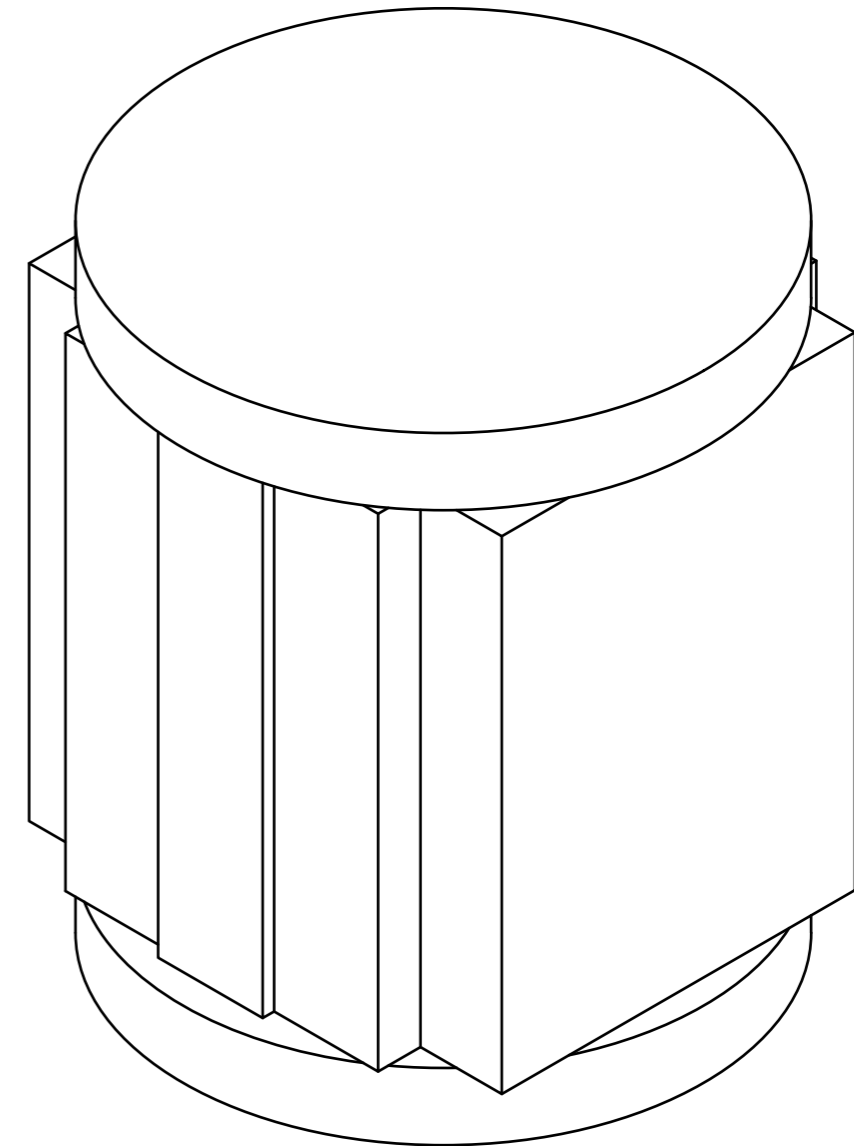
Prestar especial atención a que las maderas queden a la misma altura, sin permitir que queden a desnivel, ya que obstruye y dificulta el posterior torneado.

La cantidad de tablas necesarias para formar la pieza está dada en parte por el diámetro requerido y el espesor del material a utilizar.

En caso de buscar encolar otra madera en la parte superior e inferior del volumen generado, se presenta la problemática de encolado de cara con testa, que infiere en una poca capacidad de adhesión. Para subyugar lo mencionado, se aplica una leve capa de cola sobre la testa y se deja absorber entre 10 y 15 minutos, para aplicar nuevamente la cola y presentar la madera. Esto permite que la madera absorba la humedad de la primera aplicación y no seque la segunda y final.

Se generó una muestra de cuatro modelos de control para cada técnica, un cilindro, un cono, una curva cóncava y una convexa, formas primitivas las cuales se combinan para lograr la forma deseada.

Se elige la madera de pino para generar resultados más drásticos al ser blanda y fácil de trabajar.



Modelo lineal de la construcción del volumen



Forma remitente a un pilar de soporte estructural, históricamente el principal uso para este tipo de encolado.

ANÁLISIS






Tiempo y Facilidad

Se recabó la información del tiempo requerido y la dificultad de torneado percibida en cada caso, siendo 1 el peor caso y 5 el ideal.

		T. de corte (m)	T. de armado* (m)	Facilidad de corte	Facilidad de armado	T. de torneado (m)	Facilidad de torneado	Tiempo total
Segm.	Cilindro	35	25 + 15	2	3	20	5	95
	Cono	40	25 + 20	2	3	20	4	105
	Curvo	50	25 + 25	2	3	35	3	135
Encolado plano	Cilindro	10	15	5	4	20	4	45
	Cono	10	15	5	4	20	3	45
	Curvo	20	20	4	2	35	2	75

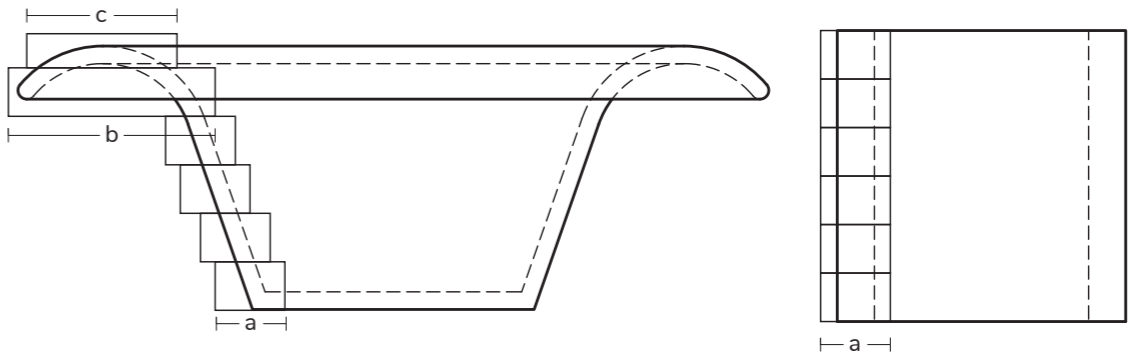
*T de armado segmentado: Se registran dos tiempos en cada caso, el primero hace referencia al armado de cada anillo, y el segundo al encolado total del volúmen.

				
Segmentado	570	380	320	480
Encolado Plano	590	630	560	660

Se presenta el peso de las muestras en gramos. Nótese que el bajo peso del encolado plano cilíndrico es debido a que por su forma pudo ser generada con un hueco sin madera en el centro.

Conclusiones del estudio

- Se aprecia una diferencia en el tiempo de corte de las figuras debido a dos variantes, en el caso del segmentado se debe reajustar la guía de corte para el largo del segmento deseado, y en el caso del encolado plano se puede favorecer el torneado si se corta el perfil en la pieza con una sierra sinfín, caladora o similar.
- La facilidad del corte en el armado de anillos segmentados se ve reducida por la precisión necesaria en el ángulo de cada segmento, dificulta y puede entorpecer el proceso productivo
- A pesar de ocupar el mismo lapso de tiempo el torneado de ambas técnicas para las formas seleccionadas, el segmentado presenta mayor facilidad, suavidad y un mejor acabado debido a la dirección de la veta.



Optimización del material

Para las muestras se optó por la generación de volúmenes de 13 cm de diámetro y 15 cm de alto. Cada uno está compuesto de seis anillos de ocho segmentos cada uno, dando un total de 48 segmentos necesarios para la conformación del volumen, 50 segmentos fueron cortados en cada caso para disminuir posibilidad de problemas.

El cilindro requiere que todas sus piezas sean iguales, a su vez el cono como los volúmenes curvos requieren anillos de diferente diámetro.

Se parte de una tabla de pino de 1"x6"x11ft, lo que equivale a 2.5x15x330cm. Se corta la tabla longitudinalmente en 4 tiras iguales y se comienza a fraccionar en trapecios (se cortó el largo de los listones para facilitar el trabajo a coste de perder algunos centímetros de material).

El cilindro conlleva 410 cm de material, mientras que el cono 380 cm y las figuras curvas 360 cm. Teniendo en cuenta que se extrae de un solo listón de 3.75cm de ancho (6" cortadas en 4 partes iguales) y al contar con una sierra de corte de 3mm, se estima que el desperdicio del material en los cortes longitudinales fue de 110 cm², y en los cortes transversales fue de 56 cm², es decir un **11%** de los 1237 cm² del segmento de tabla utilizada.

Para las figuras generadas por encolado plano, se utilizaron siete tablas para alcanzar el diámetro requerido, y se pudo aprovechar un corte al medio del material para obtener las maderas angostas a encolar en los extremos de la figura. Para conformar el volumen se cortan seis segmentos de 11 cm de largo, lo que da un valor de 1005 cm² de madera requerida, teniendo en cuenta los cortes, se desperdician 27 cm², dando un total de **2%** de desperdicio en el corte.

Se realizó un estudio del peso final de la pieza, el cual arroja resultados que acompañan lo establecido previamente de modo teórico.

El tamaño relativamente pequeño del volumen del objeto arroja resultados similares de área total de madera requerida para el trabajo.

De ser un objeto más pequeño, el porcentaje del desperdicio por cortes del segmentado aumenta drásticamente, ya que se reduce el largo del segmento, pero no el ancho de corte de la sierra.

En cambio, de ser un objeto de mayores dimensiones el encolado plano deja de presentar beneficios ya que es un objeto sólido y no hueco, como en el caso del segmentado, y a su vez al aumentar el largo de los segmentos, el porcentaje del área perdida con el corte disminuye.

Por ejemplo, en el caso de querer generar un volumen del doble de dimensiones, es decir 26 cm de diámetro, 30 de alto y madera de 2", los valores pasan a ser 1950 cm³ de material para el desarrollo segmentado y 5400 cm³ para el plano. El desperdicio por corte del segmentado aumenta al doble ya que se duplica el número de segmentos por anillo por lo que se pierden 54 cm³, mientras que en el encolado plano se mantiene en 27 cm² debido

a que son los mismos cortes que en el modelo anterior, permitiendo ver que el desperdicio por corte en el segmentado se mantiene en **11%**, y el de encolado plano baja a apenas un **0.5%**.

Teniendo en cuenta los porcentajes de desperdicio por corte en ambos casos vemos que se mantienen en números similares razonables. Pero al aumentar el volumen del objeto al 200% (doble en diámetro y altura), se extiende el uso de madera a un **160%** en el caso del segmentado, y a un **530%** en el caso del encolado plano.

A medida que se aumenta el volumen del objeto a generar, el uso de madera aumenta de manera exponencial en el caso del encolado plano, y de manera logarítmica en el segmentado. En parte el uso del material respecto al volumen/superficie del objeto es lo que le otorga o disminuye resistencia mecánica en cada caso.

Cualidad del resultado

Segmentado

El resultado obtenido tiene varios puntos a destacar, primordialmente se presenta la facilidad de torneado por el sentido de la veta, la cual forma "círculos" en lugar de ser longitudinal, una presentación única ya que no se encuentra en ningún otro método de torneado, ya sea en troncos u otros trabajos encolados. Tanto el sentido de la veta, como el acabado superficial que se alcanza con la herramienta de trabajo, permite un fácil y medianamente rápido lijado de la pieza, ofreciendo pulidos finos sin mantener la microtextura de la veta. A su vez, al conformar la pieza a partir de segmentos, se pueden generar patrones de infinitos tipos e influencias históricas y culturales, como pueden ser Mediterráneas, Occidentales o del Medio Oriente.

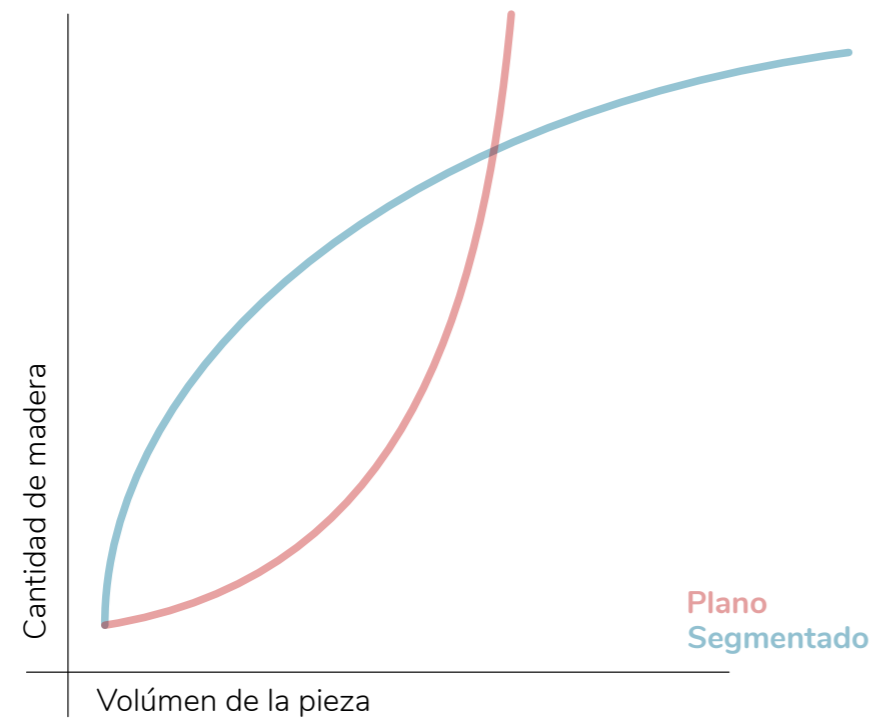
Es un proceso con gran potencial visual y escultórico, pero sin la resistencia que se puede alcanzar utilizando madera como materia prima, esto sumado a la dificultad, maquinaria necesaria y tiempo requerido para la generación de la pieza ha mantenido esta técnica como artística y existen pocos torneros que la practiquen.

Encolado Plano

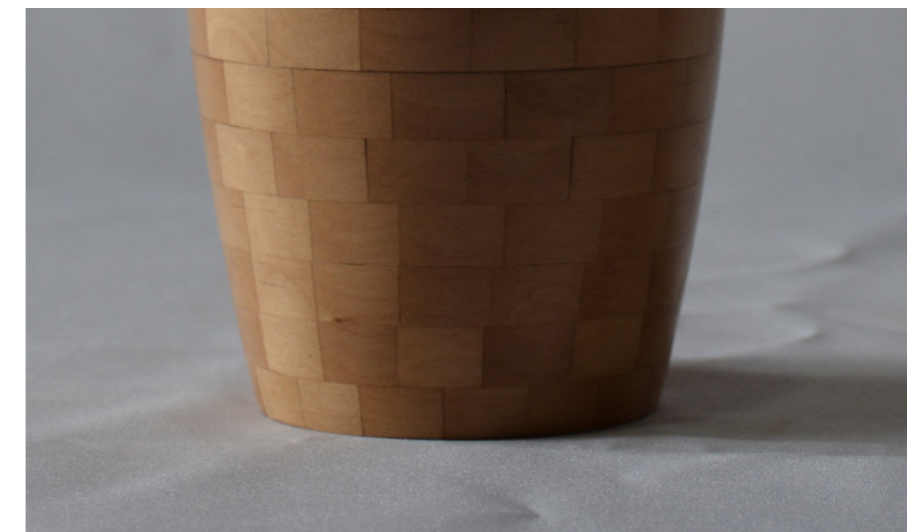
Se obtiene una estructura fuerte de manera fácil, rápida y asequible, que a su vez es sutil visualmente y menos llamativa que el segmentado.



Se generó una plantilla para copiar en ambas piezas la forma buscada.



Se puede ver una línea negra entre grupos de anillos, esto es debido a la falta de coplanaridad entre ellos. Se podría atribuir a una falta de presión al momento del encolado pero el detalle solo se aprecia en sectores de la unión y no en todo el perímetro.



En la foto se aprecia el desfase entre grupos de anillos al no haber sido encolados de manera correctamente escalonada.

Aprendizajes

Idealmente se ha de generar una línea de unión entre segmentos lo más fina y sutil posible, con esto se logra el objetivo de mantener uniformes los encuentros en toda la profundidad del segmento y evitar la variación a medida que se trabaja la pieza.

Por este mismo objetivo también se persigue generar una línea lo más perpendicular posible al centro del anillo, de tal modo que a medida que la pieza se desbasta no se traslade lateralmente la unión.

Conclusiones

El creador está condicionado por la forma de la pieza y las dimensiones del material disponible, El encolado plano presenta la mayor facilidad de generación volumétrica ante los objetos de pequeño tamaño.

A su vez aumenta exponencialmente el uso de material a medida que evoluciona el tamaño del objeto, mientras que el encolado segmentado disminuye la proporción de cantidad de material necesario debido a que la pieza generada es hueca.

Respecto a las piezas hornamentales, podría considerarse el uso de encolado plano para objetos pequeños, y el segmentado para objetos de mayores dimensiones.

Bibliografía y recursos

A brief history of woodturning - Michael Hofius

Art of segmented woodturning: A Step-by-Step Guide - [Malcolm J. Tibbetts](#)

Segmented woodturning - William Smith

The fundamentals of segmented woodturning: Projects, Techniques & Innovations for Today's Woodturner - James Rodgers

Ottawa Valley Woodturners club - <https://www.valleywoodturners.com/>

Experimentaciones

Experimentación formal

Como parte del proceso creativo se generaron volúmenes con el fin de llevar adelante la experimentación. La esfera es una forma mítica culturalmente y en el campo de la tornería, uno de las formas más complejas de lograr.

Para ello se debe pasar de tornear el objeto entre puntas a presionarlo con dos copas de madera que permitan sostener el material de forma segura y en cualquier posición. Luego de creadas las copas el objeto se rota sobre ellas para perseguir la forma esférica y evitar generar una forma ovoide.

En las fotos se aprecia el primer intento de fabricación, con un proceso dictaminado por los errores en la planificación. Se generaron paredes muy finas y se debastó material de manera excesiva, a su vez las copas se gastaron y permitieron al material engancharse con la herramienta y despedirse de su sujeción, lo que resultó en la rotura de la pieza. A su lado se aprecia el resultado deseado.



Experimentación visual

Se decidió experimentar con la composición del material base para la generación del volumen. Se troza al medio la tabla de pino a utilizar y se encola una tira de una madera contrastante. en este caso Angelin Amargoso, para producir efectos visuales imposibles de generar con otros métodos.



Se observa una falta de congruencia entre las diferentes piezas y los patrones, esto se debe al hecho de la malaformación de los anillos y volumen inicial.



Copas para el torneado de esferas, estas se colocan en la punta y contrapunta y se aplica presión para generar el rosamiento suficiente para trabajar.
Fotografía: WoodWorkers Journal

Otras muestras personales



Frutero en Cedro Mara y Angelin





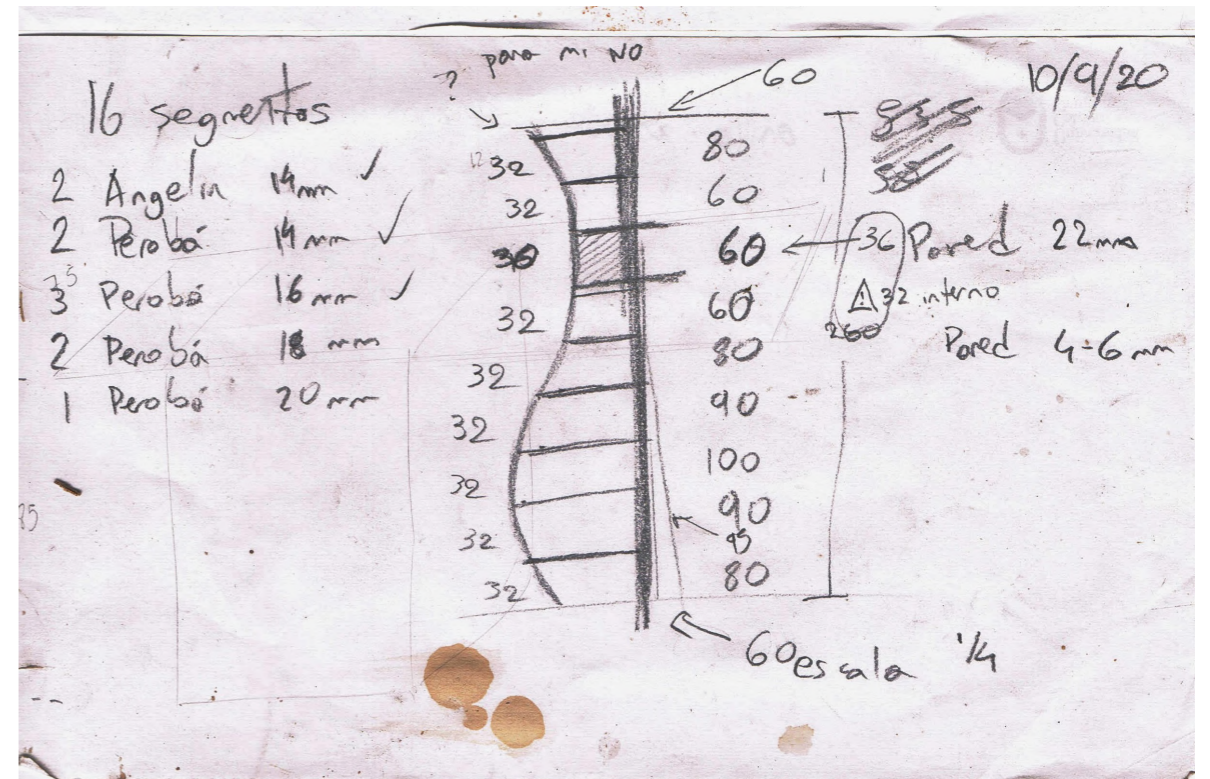
Cuenco en Angelín Amargoso con detalles en Cedro Real



Joyero en Eucaliptus Grandis y Curupay

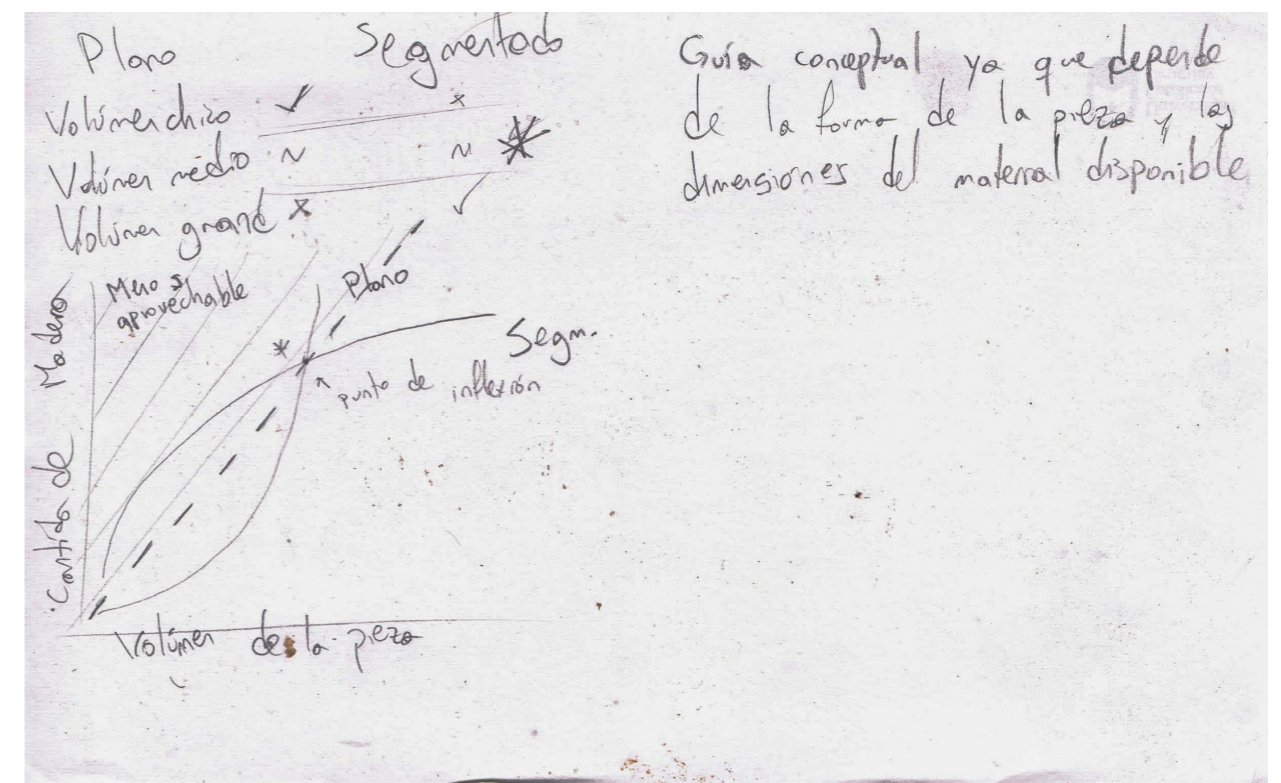


Anexo



Primer boceto de la muestra.

Fue dibujado el contorno estéticamente deseado, tomadas sus medidas y traducidas a las dimensiones reales a generar. Se detallan dimensiones, cantidades y materiales de los anillos.



Primer boceto del resultado del análisis del uso y consumo de materiales.

Reinmersión en el proceso de armado

Cilindro Segmentado

En este apartado podemos apreciar otras partes del proceso y su registro.



Se determina el ángulo de corte y asegura una madera al carro de la sierra para apoyar el material



Se traza una línea en una de las superficies del listón para mantener el seguimiento de las piezas





Encolado de los semicírculos para luego ser lijados



Encolado de ambas tapas, superior e inferior



Lijado de tapas para generar buen contacto con el anillo



Lijado de los anillos completos para su posterior encolado grupal



Antes - Después

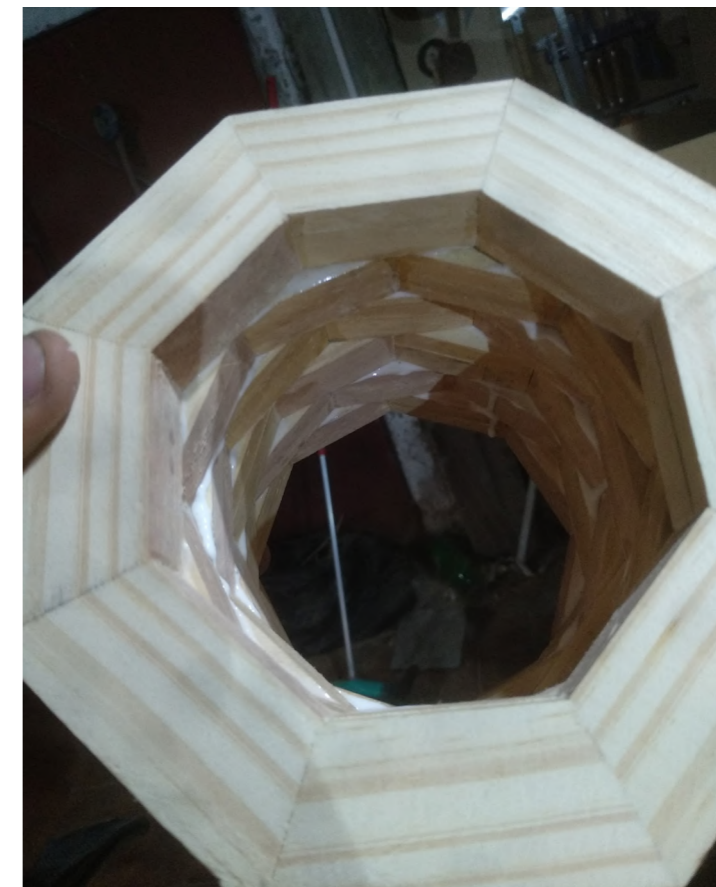




Despliegue de las piezas luego de preparar sus superficies



Presentado de anillos



Interior del cilindro al momento del encolado



Durante la colocación de la cola y previo al prensado, se deja caer sal sobre la superficie para evitar desplazamientos indeseados al momento de prensar las piezas



Encolado de los anillos y tapas.

REGISTRO FOTOGRAFICO

Volúmenes segmentados





