



TABLEROS DE PLÁSTICO RECICLADO. ESTUDIO DE POSIBLES PROCESAMIENTOS Y TRANSFORMACIONES

Valeria Carozo

Licenciatura en Diseño Industrial opción Producto

Julio, 2021



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Facultad de Arquitectura
Diseño y Urbanismo
UDELAR



Escuela Universitaria
Centro de Diseño

TABLEROS DE PLÁSTICO RECICLADO. ESTUDIO DE POSIBLES PROCESAMIENTOS Y TRANSFORMACIONES

Escuela Universitaria Centro de Diseño

Autor: Valeria Carozo

Licenciatura en Diseño Industrial opción Producto

Trabajo de Grado

Tutoría: Phd. Arq. Rosita De Lisi

Julio 2021

Agradecimientos

Agradezco a la familia de Rotoplast SRL y a La Fábrica Makerspace por la apertura, la confianza y el apoyo recibido.

A la Phd. Arq. Rosita De Lisi, mi tutora por guiarme y aportar sus conocimientos en este proceso.

A mi familia y amigos que me acompañaron durante todo el transcurso, siempre dispuestos a colaborar y siendo a quienes entusiasmada, les compartía los logros alcanzados.

También a todos los que han sido referentes y han aportado directa o indirectamente a hacer posible este trabajo.

Especialmente quiero dar las gracias a mi madre la Lic. Silvana Adami y a la Lic. Laura Barceló por su apoyo constante y su disposición colaborativa.

Aprecio esta oportunidad de crecimiento, que ha sido un desafío motivador para seguir avanzando y aportando a la comunidad del diseño.

“El conocimiento, de nada vale si no se comparte”

-Proverbio Chino.

Resumen

La responsabilidad del diseñador sobre sus creaciones se extiende desde el nacimiento de su creación hasta el fin de su vida útil, por ellos se debe considerar en el diseño todas las etapas de la vida del producto. Es imprescindible tener en cuenta las repercusiones que posee la disciplina y utilizarlo para el bien de las personas y del planeta.

De acuerdo a lo antes expuesto en el presente estudio experimental se busca explorar el comportamiento de los tableros de plástico reciclado (TPR) producidos en el país, mediante distintas operaciones de maquinado. Con el fin de mejorar la eficiencia en la aplicación y utilización del material, así como concientizar a los lectores de las repercusiones que tiene su consumo.

Se recopilaron antecedentes en cuanto a procesos y mecanizados ya existentes, en materiales de similares características que fueran de utilidad para explotar las posibilidades de los TPR. Luego se seleccionaron algunos de

los procesos que finalmente se pusieron a prueba, exponiendo cuáles son las especificaciones necesarias para aplicarlos.

Las experimentaciones realizadas demuestran que se pueden ejecutar mecanizados tales como: sierras sinfín, sierras circulares, taladros de bancos, tornos e incluso otros mecanizados más novedosos como; el router CNC¹, las cortadoras láser y el hidrocorte². El material demostró su permisividad a la hora de intervenirlo, tanto manualmente como con las herramientas anteriormente mencionadas. Por lo tanto, se recomienda la intervención de los TPR con herramientas de carpintería o con

1 El Router CNC es una máquina controlada por una computadora y su función es realizar cortes de forma automatizada. Las trayectorias de los cortes son controladas mediante un sistema denominado de control numérico, que envía desde el ordenador las coordenadas del corte con una excelente precisión.

2 El corte por chorro de agua es un proceso mecánico, mediante el cual se consigue cortar cualquier material, haciendo impactar sobre éste un chorro de agua a gran velocidad que produce el acabado deseado.

los mecanizados mencionados. Es crucial para garantizar resultados y cuidar las herramientas tener en cuenta la composición de la molienda de los TPR.

Contenidos

1.ALCANCE DEL PROYECTO

| | |
|--------------------------------|----|
| 1.1 Introducción | 12 |
| 1.2 Motivación | 15 |
| 1.3 Marco teórico | 16 |
| 1.4 Planteamiento del problema | 19 |
| 1.5 Objetivos | 21 |
| 1.5.1 Objetivos general | 21 |
| 1.5.2 Objetivos específicos | 21 |
| 1.6 Metodología | 22 |

2.CONTEXTUALIZACIÓN

| | |
|---|----|
| 2.1 Aspectos medio ambientales | 24 |
| 2.1.1 Diseño sostenible | 24 |
| 2.1.2 Evaluación del ciclo de vida | 25 |
| 2.2 Acerca del plástico | 26 |
| 2.2.1 ¿Qué es el plástico? | 26 |
| 2.3 Codificación internacional de los plásticos | 28 |
| 2.4 Reciclaje | 29 |
| 2.4.1 Beneficios del reciclaje | 30 |
| 2.4.2 ¿Qué se hace con el plástico reciclado? | 31 |
| 2.5 Desechos plásticos en el Mundo | 32 |
| 2.6 Desechos plásticos en Uruguay | 33 |

3.TABLEROS DE PLÁSTICO RECICLADO

| | |
|---------------------------------------|----|
| 3.1 ¿Qué son los tableros plásticos? | 36 |
| 3.2 Rotoplast SRL | 37 |
| 3.3 La Fábrica Makerspace | 42 |
| 3.4 Calidad de los Tableros Plásticos | 45 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 3.5 Usos (en Uruguay y en el mundo) | 46 |
| 3.6 Ventajas y desventajas | 47 |

4.CASOS DE ESTUDIO

| | |
|--|----|
| 4.1 Antecedentes de técnicas aplicadas | 51 |
|--|----|

5.EXPERIMENTACIÓN

| | |
|--|----|
| 5.1 Experimentación | 64 |
| 5.2 Maquinaria utilizada | 65 |
| 5.2.1 Maquinaria del taller de la EUCD | 65 |
| 5.2.2 Maquinaria del taller de La Fábrica Makerspace | 65 |

6.CONCLUSIONES

| | |
|---|-----|
| 6.1 Análisis e interpretación de resultados | 107 |
| 6.1.1 Router CNC | 107 |
| 6.1.2 Corte Láser | 108 |
| 6.1.3 Hidrocorte | 108 |
| 6.1.4 Kerfing | 109 |
| 6.1.5 Torno | 109 |
| 6.1.6 Uniones | 109 |
| 6.1.7 Curvados | 109 |
| 6.2 Conclusiones | 111 |
| 6.3 Recomendaciones | 113 |

Bibliografía

114

Fuentes consultadas

115

1.

ALCANCE DEL PROYECTO

1.1 Introducción

En el marco del trabajo de grado de la Licenciatura en Diseño Industrial opción Producto, se propone investigar sobre las capacidades constructivas de los tableros de plásticos reciclado (TPR) generados por las empresas: Rotoplast SRL y La Fábrica Makerspace.

Los TPR, están fabricados en su totalidad por desechos plásticos provenientes de la alimentación, la industria, el agro e incluso generados por elementos siniestrados en el caso de Rotoplast. Por otro lado, La Fábrica Makerspace dispone de una capacidad productiva menor, en relación a la de Rotoplast, su materia prima proviene en su mayoría de las tapas plásticas de botellas, por lo que los TPR generados son de un tamaño notoriamente menor, de todas formas, posee atributos muy favorables para su mecanización.

Rotoplast se seleccionó para esta exploración, dado que se destacan de otros tableros realizados en Uruguay; por su durabilidad,

textura y dimensiones que permiten generar productos con mayor tamaño, tales como mobiliarios o incluso casas, dando la posibilidad de reciclar más volumen de desechos.

La Fábrica Makerspace también se seleccionó por su calidad, textura y por sus dimensiones. A diferencia de Rotoplast, estos TPR son de menores dimensiones y requieren una inversión notoriamente inferior, por lo que más personas pueden tener acceso a generarlos de forma casera.

La presente exploración pretende ser útil para crear, procesar o mecanizar los TPR en general, tanto para pequeños como para grandes emprendimientos, fomentando y ampliando su uso en diferentes escalas.

Se decidió acotar el estudio a los TPR, ya que el formato de tablero permite estandarizar la venta y el procesamiento del plástico.

Se manifiesta la importancia de explorar las

posibilidades constructivas de los TPR, para valorizar al material, logrando así que se explote un recurso que está siendo subvalorado. Se debe recuperar la mayor cantidad de plástico por las repercusiones negativas que tiene sobre el medio ambiente.

El uso correcto del material es fundamental para su gestión al finalizar su vida útil, para esto también se proponen uniones, evitando así el uso de materiales que no sean de plástico reciclado, lo que facilita el reciclaje del producto una vez desechado.

Sería irreal pensar que el problema de la contaminación medioambiental puede ser totalmente solucionado por diseñadores. Es un problema sistémico, donde hay también muchas industrias y actores involucrados (gobiernos, industrias, empresas, profesionales).

Según el Diseñador industrial; Dieter Rams (1976) dentro de los principios del “buen diseño” se considera que “El buen diseño

respeto el medio ambiente” debe contribuir a la preservación del mismo, mediante la conservación de los recursos y la minimización de la contaminación física y visual durante el ciclo de vida del producto.

Existen muchas experiencias de reciclaje a nivel mundial, un ejemplo es la propuesta de la organización Precious Plastic¹, con gran repercusión a nivel mundial, la cual, posee una plataforma en internet donde se comparte información proveniente de la experimentación en diversos rincones del planeta; acerca de reciclaje de plástico y producción a partir del nuevo material generado. De la indagación en dicha plataforma, se pudo observar la falta de investigación acerca de las posibilidades de procesamientos y transformaciones de los TPR, específicamente en cuanto a uniones y

1 Precious Plastic es un proyecto de reciclaje de plástico de hardware abierto y es un tipo de proyecto de código abierto digital commons. El proyecto fue iniciado en 2013 por Dave Hakkens y ahora está en su cuarta iteración

curvados. Es así que este trabajo explorará en cuanto a las carencias percibidas.

El trabajo está estructurado en seis capítulos:

El primero es a modo de ubicar al lector en el alcance de la investigación.

El segundo busca contextualizar, dando conocimientos generales sobre el plástico y su reciclaje, para un mayor entendimiento de la investigación.

El tercero pretende brindar conocimientos básicos sobre los tableros de plástico reciclado.

En el cuarto se exponen los casos de estudio, en los cuales nos basaremos para realizar pruebas en el material plástico a trabajar.

En el quinto capítulo se exponen los resultados de las pruebas.

Finalmente, en el último capítulo se enuncian las conclusiones recabadas en todo el proceso de la investigación.

Palabras clave:

Contaminación -Tableros plásticos- TPR- 3R
-procesos mecánicos -maquinado- kerfing-
Router CNC- Hidrocorte

1.2 Motivación

A lo largo de la formación recibida en el área del Diseño Industrial se trataron varios temas relativos al diseño, aplicando diferentes metodologías. Los proyectos, en su mayoría, se enfocaron en las necesidades de un usuario concreto, por lo cual predominaba generar un producto que satisficiera las necesidades de ese usuario, en general sin poder profundizar la sustentabilidad del producto, ya sea por cuestiones de tiempo, disponibilidad, pedagógicas u otras, las cuestiones del planeta quedaban relegadas.

Hoy en día la situación del planeta es crítica, hay islas enteras generadas por los desechos plásticos, que vagan en los océanos. Fuentes aseguran que para el año 2050 habrá más plásticos que peces en el mar (ONU Noticias, 2019) , Greenpeace asegura que ya estamos ingiriendo una tarjeta de crédito por semana al consumir alimentos provenientes del mar. A todo esto, hay que agregarle que la extracción del petróleo y la producción primero de los plásticos, y luego de los productos generados por dicho material, son procesos altamente contaminantes. Todo eso genera que año a

año la temperatura global del planeta vaya aumentando, lo que desemboca en el calentamiento global, provocando; que se derritan los glaciares, grandes incendios y se podría seguir nombrando todas las consecuencias que conlleva el consumo o consumismo, no solo del plástico, sino en general.

Se considera que el problema del plástico es también un problema de diseño, que no puede seguir quedando relegado, es un problema urgente que se debe resolver entre todos.

La comunidad del diseño debe comenzar a usar los recursos de forma más eficiente y eficaz. Se debe resolver qué se hará con todos los desechos plásticos de consumo diario, que en general se usan una única vez. Se debe superar y cambiar el paradigma de usar y tirar, buscar alternativas.

Se eligió los tableros plásticos como tema con el fin de aportar a este gran movimiento que exige que cada individuo coloque su grano de arena para poder generar un cambio a nivel global, no alcanza con esperar que alguien más lo solucione, todos deben aportar para generar el cambio necesario.

1.3 Marco teórico

Desde que los humanos habitamos este planeta hemos hecho uso de sus recursos para sobrevivir y desarrollarnos, la naturaleza era capaz de saciar nuestras necesidades e irse regenerándose en el proceso, manteniendo un equilibrio. Sin embargo, diversos factores como el crecimiento demográfico global, la globalización, el consumismo, entre otros, desembocaron en la sobreexplotación de los recursos naturales, al punto de arriesgar su disponibilidad en el futuro.

En los últimos años, fenómenos naturales y fenómenos causados por el hombre cuya repercusión y alcance son a nivel mundial; cambio climático, agujero de la capa de ozono, pérdida de la biodiversidad, incendios forestales, entre otros, han logrado que el ser humano dirija su atención hacia el medio ambiente. Si bien hace décadas ya se tenía conciencia acerca del tema, hoy día resulta imposible hacer caso omiso. La sociedad está siendo más consciente del problema que conlleva consumir los recursos naturales

de forma más acelerada de lo que el planeta puede regenerarlos.

Los modelos actuales de producción de bienes y servicios predominantes contaminan el planeta a gran velocidad y escala, poniendo en peligro la existencia del planeta tierra, en este punto se coincide con Venturini que destaca que “El aumento explosivo de materia y energía acumulado en objetos desechados ha puesto de manifiesto la existencia real de límites ambientales, que ya no se resuelven sólo a través del sistema técnico.” (Venturini, 2011, p139). A su vez “es necesario asumir que ya no se puede continuar agregando irresponsablemente cantidades de materia y energía degradadas” (Venturini, 2011, p140) se debe optar por materiales reciclados o que sean biodegradables sobre aquellos que demoran años en desintegrarse, que son utilizados y descartados en pocas horas, como el caso del plástico. Debiendo ser más responsables con las decisiones de consumo.

“Si bien tecnológicamente todo parece ser posible, no está dicho que todo deba ser hecho” (Venturini, 2011, p144) a la hora de generar productos, debemos ser críticos y conscientes con el impacto que el mismo pueda llegar a tener, tanto positivo, como negativo y debemos evaluar el costo favorable de nuestra decisión. Se está de acuerdo con el pensamiento de Flusser; “todo aquello que es bueno para algo, es un mal puro.” (Flusser V, 1999, p.41)

Se está obligado a realizar cambios en las costumbres de vida, no solo pensando en las generaciones futuras, sino directamente en las actuales, dado que la contaminación ambiental ya está teniendo repercusiones directas. Parte de lo que el cambio requiere es “un viraje desde la “cultura de la cantidad” hacia la “cultura de la calidad””. (Venturini, 2011, p144) lo cual no es tarea fácil para generaciones que han vivido toda su vida en el paradigma de usar y tirar, para una cultura que valoriza el acumular objetos como un signo de éxito.

Como afirma Maldonado: “Legislar es una condición necesaria aunque no suficiente para

una política ambiental realista” (Maldonado, 1999, p.39) puesto que, este cambio que tanto se busca hacia el equilibrio medio ambiental, exige que cada individuo aporte, desde su lugar; los políticos que hacen las leyes, los empresarios que producen y distribuyen, los consumidores que eligen y también tienen la capacidad de manejar el mercado, deben tomar medidas que sean amigables con el medio en el que vivimos.

Aunque no se sepa cuáles son exactamente todas las consecuencias de la contaminación, al igual que Maldonado se considera que “se debe actuar de inmediato, aunque seamos conscientes de que no tenemos posesión de todos los datos del problema que tenemos delante” (Maldonado, 1999, p.57 y p.58). Señala que dentro de los beneficios más importantes estaría mejorar la situación del medio ambiente; la calidad del aire de las ciudades, la disminución de la polución de las aguas, bosques menos amenazados por lluvias ácidas, entre otros. Estas reflexiones de Maldonado datan de hace 22 años atrás, lo que demuestra que los problemas medio ambientales siguen estando vigentes al día de hoy.

Existe un modelo económico llamado economía circular, que surge como alternativa a los modelos actuales basados en extraer, producir, desechar, los cuales están llegando a su límite. A través de la economía circular se busca redefinir el crecimiento, reduciendo tanto la entrada de los materiales vírgenes como la producción de desechos. Implica disgregar la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño. Apoyada en una transición a fuentes renovables de energía, el modelo circular crea capital económico, natural y social. Se basa en tres principios: 1) Eliminar residuos y contaminación desde el diseño, 2) Mantener productos y materiales en uso y 3) Regenerar sistemas naturales. Tiene por objetivo reconstruir el capital financiero, manufacturado, humano, social o natural. Esto garantiza flujos mejorados de bienes y servicios. (Ellen MacArthur Foundation)

En marzo de 2019 en la cuarta Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, se reconoce dentro de las resoluciones tomadas, que una economía global más circular, en la que los bienes pueden reutilizarse o destinarse para otros fines, puede contribuir sig-

nificativamente al consumo y la producción sostenibles. (Noticias ONU, 2019).

Reciclar contribuye a una economía circular, dado que reinserta en el mercado aquellos materiales que llegaron al fin de su vida útil. Siguiendo el lineamiento de la economía circular, se propone explorar aquellos procesos y mecanizados, que posean menor impacto ambiental, que sean duraderos y que sean de fácil reciclado para mantener los materiales en uso.

1.4 Planteamiento del problema

“Si no se mejora la gestión de residuos actual, 99 millones de toneladas de residuos plásticos descontrolados acabarían en el medio ambiente para 2030 “ (National Geographic, 2020). Estas cantidades, su fácil dispersión y su lento proceso de degradación convierte al plástico en el enemigo número uno de mares y océanos, con todo lo que ello implica para nuestro ecosistema.

En Uruguay se encuentran las empresas Rotoplast SRL y La Fábrica Makerspace, quienes generaron una solución para la utilización de desechos plásticos a partir de la producción de tableros de dicho material. Se considera necesario seguir investigando sobre las posibilidades de este material e ir incorporando aportes que potencien al máximo su aplicación y promuevan su utilización. A su vez dar a conocer el material y sus posibilidades.

Los TPR propuestos por Rotoplast, llamados por ellos Tableros Plásticos Uruguay, permiten

una infinidad de diseños por sus características; dimensiones, grosor y volumen de desechos que contiene cada tablero. Por dicha razón en este trabajo de grado, se propuso potenciar las capacidades de mecanizado de los tableros plásticos.

Por otra parte, se encuentra La Fábrica Makerspace cuyos tableros poseen una escala de producción diferente en relación a Rotoplast. El método de producción de La Fábrica es más asequible y en menor volumen, lo que permite que más personas puedan replicarlo siendo que requiere una menor inversión. Las dimensiones que suministra este proveedor permite enriquecer la investigación, dado que ofrece tableros de grosores menores a 1 cm, a diferencia de Rotoplast, cuyos tableros son mayores a 1 cm.

Rotoplast, hasta el momento, ha realizado pruebas al material sobre sus propiedades físicas, térmicas y mecánicas (ver anexo, p13 y p14), las cuales han demostrado que

los tableros plásticos poseen una gran versatilidad de uso. Esto permite realizar diversos productos, tanto para interior como exterior y de allí la necesidad de potenciar al máximo dicho material.

Se pudo observar ciertas limitaciones de diseño: objetos toscos y con exceso de material, problemática que se ha intentado resolver, dentro de las posibilidades económicas y cognoscitivas de la empresa. Se considera que se puede mejorar aún más ensayando procesos mecánicos utilizados para otro tipo de tableros

Las uniones utilizadas han sido mecánicas; tornillos y clavos y uniones con adhesivos. Por otro lado, se vio la necesidad de curvar el material en algunos de los objetos que realizaron, para ello colocaron un tablero recién salido del horno, sobre una matriz con la curvatura deseada, el tablero al enfriarse fue tomando la forma. Se logró curvar el material, pero el mismo quedó agrietado, por lo cual se descartó esta técnica y no se han realizado pruebas sobre otras técnicas de curvado.

Se considera que alcanzando los objetivos planteados mejorará la fabricación de los

productos que se realicen con los tableros plásticos. Generará nuevas posibilidades de utilización y permitirá que más personas estén en conocimiento de la existencia y posibilidades del material, incluso originando nuevas fuentes de trabajo. Existen casos en Uruguay y en el mundo de personas que su fuente de ingresos corresponde a el reciclaje de plástico y que venden objetos generados a partir del material resultante. Podemos tomar como ejemplo de dicha afirmación a Rotoplast y a La Fábrica Makerspace, en el caso de Uruguay y a nivel internacional a la Precious Plastic.

Se pretende con este trabajo de grado proponer diversos tipos de uniones para evitar el uso de otros materiales, logrando así facilitar el reciclaje de los productos generados a partir de TPR. Asimismo, se buscarán alternativas a la necesidad de curvado a través de la aplicación de la técnicas ya utilizadas en tableros de madera.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivos general

Explorar las posibilidades constructivas de los tableros plásticos mediante intervenciones mecánicas o maquinadas. Con el fin de ampliar las posibilidades de aplicación.

1.5.2 Objetivos específicos

- Generar un material de consulta sobre los procesos aplicables a los tableros de plásticos reciclados, que sirva como aporte a la comunidad de Diseño, facilitando y ampliando las posibilidades de producción y diseño.
- Aportar agregado de valor a los tableros de plásticos reciclados para motivar la producción del material y su consumo.
- Concientizar acerca de la contaminación medio ambiental.

1.6 Metodología

1. Búsqueda bibliográfica sobre el plástico y su reciclaje
2. Búsqueda, selección y análisis de casos de mecanizados y procesos aplicables a tableros de plástico y de madera.
3. Definición de la experimentación.
4. Aplicación de técnicas, uniones, articulaciones y curvados. Selección de espesores y calidades de los tableros plásticos.
5. Análisis comparativos de las diferentes calidades y espesores de tableros plásticos.
6. Evaluación de los resultados de los procesos realizados.
7. Análisis comparativos y sugerencias de posibles usos y mejoras del material

2.

CONTEXTUALIZACIÓN

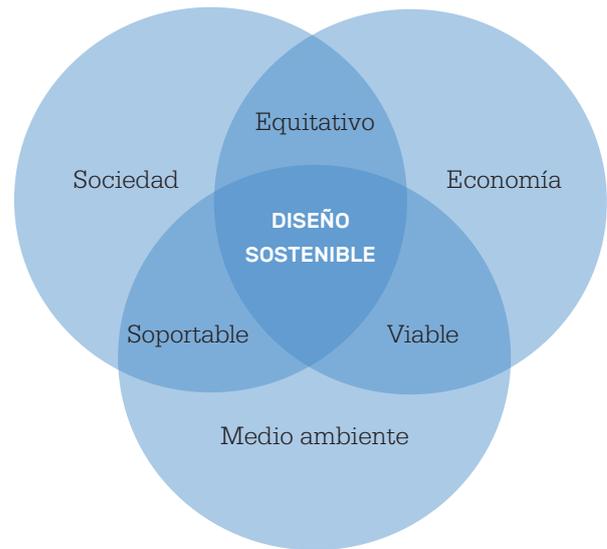
2.1 Aspectos medio ambientales

2.1.1 Diseño sostenible

El diseño sostenible, utiliza el diseño de forma estratégica para satisfacer necesidades humanas sin comprometer el medio ambiente. El mismo debe ser concebido de una manera holística y sistemática, por lo que se mide por “la triple línea de rentabilidad”; la cual abarca la sostenibilidad medio ambiental, económica y social.

En la sostenibilidad medio ambiental el diseño de productos incide para; evitar el calentamiento global, optimizar el uso de los recursos y eliminar residuos. Podemos guiarnos por las siguientes normas:

- Los materiales deben existir en un “sistema de bucle cerrados” en el que todos los materiales desechados se reciclan sin necesidad de material adicional, garantizando el reciclado completo.
- Idealmente las energías deben proceder de fuentes renovables.



- Evitar la emisión de sustancias nocivas en todas las etapas de la vida del producto.
- Los productos nuevos deben ser lo más eficientes posible y emplear menos recursos que los productos a los que reemplazan.

La sostenibilidad financiera comprende las siguientes características:

- Generar ingresos a largo plazo al atender continuamente las necesidades del usuario
- No se nutre de recursos finitos
- Maximiza el aprovechamiento de los materiales al minimizar el consumo de re-

cursos

- No amenaza el bienestar económico de los consumidores

La sostenibilidad social, consiste en mantener y reforzar la calidad de vida de todos los implicados en el producto. Se debe asegurar que los implicados:

- Preserven el bienestar mental
- Posean salud física
- Fomenten los vínculos comunitarios
- Sean tratados de manera justa
- Se les proporcione productos que ofrezcan servicio esenciales

Se propone en el presente estudio, enmarcarse dentro del diseño sostenible y la triple línea de rentabilidad que lo compone. El estudio de los TPR funciona en el sistema de bucle cerrado, ya que, al proponer encastrados, curvados u otras técnicas realizadas mismo con los TPR, se evita la utilización de otros materiales, facilitando y garantizando así reciclaje completo. A su vez la producción de TPR es una actividad generadora de puestos de trabajo, ahorradora de recursos y disminuidora de impactos negativos sobre el medio ambiente. No obstante, es necesario nombrar algunos

puntos, donde hace falta realizar ajustes para que los TPR sean aún más sostenible, por ejemplo; en el proceso de producción de los mismos puede, en algunos casos, emitir gases nocivos al medio ambiente, lo que perjudica la salud de los operadores, si no se siguen ciertas medidas de seguridad.

2.1.2 Evaluación del ciclo de vida

Evaluar el ciclo de vida implica tener en cuenta todas las etapas por las que pasa un producto; desde la producción, el transporte, el embalaje, el uso y hasta el descarte.

Por lo general, la vida de muchos productos no sigue exactamente la ruta planificada en la fase de diseño, por lo tanto, hay que considerar de antemano posibles impactos y situaciones alternativas, evitando así eventualidades que puedan producirse sobre el medio ambiente.

2.2 Acerca del plástico



Imagen 1. Pellets de polipropileno

2.2.1 ¿Qué es el plástico?

El plástico es un material compuesto por sustancias químicas sintéticas denominados polímeros, que pueden ser moldeados mediante calor o presión y cuyo componente principal es el carbono. Estos polímeros son grandes agrupaciones de monómeros unidos mediante un proceso químico llamado polimerización.

Usualmente los plásticos se producen a base de petróleo, también existen los bioplástico, plásticos derivados de productos vegetales, tales como el aceite de soja, el maíz, estos son los menos utilizados.

Los plásticos derivados del petróleo son de fácil fabricación y sus costos son muy bajos. Por lo que, sus aplicaciones son múltiples y en diversas escalas. Gran parte de los productos generados son desechables, ya sean envases, utensilios para alimentación y bolsas de basura. También se utilizan en edificaciones y construcciones, movilidad y transporte, dispositivos eléctricos y electrónicos, agricultura, sanitaria, en otros rubros.

Existen dos tipo de plásticos:

- **Termoplásticos.** Se caracterizan por su capacidad de fundirse a altas temperaturas, permitiendo luego darle diversas formas. Se derrite cuando se calienta y

se endurece cuando se enfría. Esta propiedad es de gran ayuda para el reciclaje de plásticos, ya que después de calentarse y moldearse pueden recalentarse y formar otros objetos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, si se funden y se moldean varias veces, sus propiedades físicas cambian gradualmente disminuyendo su posibilidad de reutilización.

- **Termoestables.** Estos tipos de plásticos asumen una forma permanente después que han sido moldeados a altas temperaturas ya que no se pueden volver a fundir porque se queman, haciendo que sea imposible volver a moldearlos.

2.3 Codificación internacional de los plásticos

| Símbolo | Polímero | Propiedades | Usos | Quemado |
|---|------------------------------------|---|--|--|
|  | PET Tereftalato Poliéster | Claro, fuerte y de peso liviano | Botellas, bowls, bandejas y contenedores | Llama amarilla Poco humo Se suaviza en 80 ° |
|  | PEAD Poliéster de alta densidad | Rígido y duradero; Muy buena resistencia térmica y química | Bolsas, botellas, envases de helado, champú, cajas | Difícil de encender Huele a vela Se suaviza en 75° |
|  | PVC Policloruro de vinilo | Puede ser rígido o suave a través de plastificantes utilizados en su construcción | Envases de cosméticos, conducto eléctrico, tuberías de plomería, blisters, láminas de techo, mangueras | Llama amarilla Gotas verdes Se suaviza en 60° |
|  | PEBD Poliéster de baja densidad | Liviano, bajo costo y versátil; falla ante estrés mecánico y térmico | Envoltura adhesiva, basura bolsas, botellas exprimibles, bolsas de basura, película de mantillo | Difícil de encender Huele a vela Se suaviza en 140 ° |
|  | PP Polipropileno | Duro y resistente. Barrera efectiva ante agua y químicos | Botellas, helado tubos, pajitas, macetas, platos, jardín muebles, comida contenedores | Azul amarillo Llama con punta Se suaviza en 140 ° |
|  | PS Poliéstereno | Liviano y débil estructuralmente | Estuches de CD, plástico cubiertos, imitación de vidrio bandejas espumadas | Humo denso Se suaviza en 95 ° |
|  | Otros | Diverso en su naturaleza | Automovilismo, electrónica, embalaje | Variable |

Fuente: (CEMPRE, 2019)

2.4 Reciclaje

El reciclaje es un proceso que consiste en transformar residuos en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización. Reciclar permite reducir los desechos y es uno de los componentes de las 3R; Reducir, Reutilizar y Reciclar. Las 3R forman parte de una práctica, que tiene por objetivo alcanzar una sociedad más sostenible.

- Reducir: Descender la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos, con medidas conscientes, uso adecuado de los productos, compra de productos sostenibles.
- Reutilizar: Darles una segunda vida útil a los productos, volviendo a hacer uso de los mismo, puede ser con el mismo uso u otro. Medidas encaminadas a la reparación de productos y a alargar su vida útil.
- Reciclar: Recolección y tratamiento de residuos para introducirlos en un nuevo ciclo de vida.

Para reciclar primero se debe separar los distintos tipos de plásticos, por lo que es esencial

que los objetos tengan identificado con un número el tipo de plástico que lo compone, dado que muchos plásticos son difíciles o imposibles de distinguir de otros sin identificación. A su vez los productos deben diseñarse de forma que se desmonten con facilidad y que acabados como la pintura y decoración gráfica no contaminen los materiales de forma irreversible.

Existen dos opciones para el reciclaje de plásticos: mecánico o químico.

El reciclaje mecánico consiste en las siguientes etapas:

1. Remoción de contaminantes por ejemplo etiquetas de papel
2. Trituración para obtener una molienda
3. Lavado
4. Secado
5. Finalmente se utilizan otros procesos como la extrusión o inyección para generar nuevos objetos.

Por otra parte, el reciclaje químico consiste en descomponer el polímero de plástico para re-

cuperar su forma monomérica y luego realizar su re polimerización, este proceso resulta más complejo que el reciclaje físico. El resultado de dicho proceso obtiene un material idéntico al original. Se suele utilizar este reciclaje para productos realizados en PET. Según indica CEMPRE (2019), este proceso suele ser más costoso que la polimerización de material virgen directamente, por temas de escala de producción.

acabará enterrado o en diversos ecosistemas, reduciendo el volumen de residuos sólidos y la contaminación ambiental. Además de los beneficios ambientales ya mencionados, se generan puestos de trabajo, por lo que influye en el ámbito social y económico.

2.4.1 Beneficios del reciclaje

Gracias al reciclaje se previene el desuso de materiales potencialmente útiles, se reduce el consumo de nueva materia prima, el uso de energía, la contaminación del aire (evitando la incineración) y del agua, así como también se disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con la producción de plásticos.

En general la energía empleada en reciclar es menor a la empleada en producir un material nuevo, se considera que el reciclaje de materiales plásticos tiene un beneficio adicional y es que el material recuperado no

2.4.2 ¿Qué se hace con el plástico reciclado?

La posibilidad de producción a partir de plástico reciclado depende del polímero. A continuación, se detalla que se suele hacer con cada plástico:

| Polímero | Usos |
|------------------------------|--|
| Pet | Textiles, alfombras, lonas, hilos y cuerdas. |
| Polietileno de alta densidad | Envases dedicado a detergentes, champús, botellas para aceite u otros usos industriales, tubos y contenedores plásticos, mesas y estructuras. |
| Policloruro de Vinilo | Muebles para exteriores y otras estructuras plásticas como armarios, tuberías de fontanería, vallas, parte de alfombras, equipo eléctrico y conos. |
| Polietileno de baja densidad | Bolsas de basura, bolsas para residuos, contenedores, tabloncillos de plástico y film para uso agrícola. |
| Polipropileno | Cajas y envases para medicinas, para transporte, en sillas de plástico y algunos muebles de jardín, cajas de batería, cables, escobas y cubos de fregar, botes y algunas herramientas. |
| Poliestireno | Macetas de plástico, aislamientos térmicos, termómetros, cubiertas, cubos de basura y algunos accesorios para oficinas. |

2.5 Desechos plásticos en el Mundo

Desde que se comenzó a producir el plástico, a principios de los 50, se han fabricado más de 8,3 mil millones de toneladas métricas. El 60% de ese plástico terminó convertido en basura que también terminó desperdigadas como desechos en ambientes naturales terrestres y marinos. (Science Advances, 2017). Es de larga data que se vive bajo la cultura de usar y tirar, la cual gira entorno a los productos hechos de plástico. Hoy día es casi inconcebible la vida moderna sin este material. Para poder prosperar en este planeta, es necesario generar un cambio de hábitos y de mentalidad en los individuos.

El problema del plástico es un problema de diseño y de gestión de residuos. Rotoplast y La Fábrica Makerspace, aportan en lo que refiere a la gestión de los plásticos en desuso, para lo que algunos son desechos para estas empresas son materia prima, percibir los plásticos en desuso de esta manera es clave, en el avance de la lucha contra el plástico.

A nivel mundial, poco más del 20% del plástico recibe algún tratamiento. El 12% es incinerado en procesos de altas temperaturas, los que tienen que ser fuertemente controlados por las emisiones contaminantes que producen, y solo el 9% es reciclado al menos una vez. A todo esto, debemos sumarle la huella de carbono que deja extraer el petróleo y producir el material (El País, 2019).



Imagen 2. Reciclaje de botellas de PET

2.6 Desechos plásticos en Uruguay

“En Uruguay se recicla el 5% del total de los residuos que se generan, según datos brindados por el director de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (Dinama). Solo en Montevideo, los hogares generan por día 1600 toneladas de basura, de las cuales el 16% es plástico (450 toneladas por día). A su vez, de las 420 mil toneladas de plástico que entran al país por año, 160 mil toneladas terminan en los vertederos” (CTPlast-Sudestada, 2019).

Es crucial generar leyes que regulen el consumo de plástico, por lo cual, en Uruguay, existe la ley de “Uso Sustentable de Bolsas Plásticas”, de esta modo se apunta a reducir notablemente la utilización de bolsas plásticas de un solo uso. Puede parecer que esta ley es de pequeño impacto, sin embargo reduce el consumo de bolsas plásticas y aporta al cambio de paradigma de “usar y tirar”, dado que obliga a incorporar hábitos sustentables.

Los clasificadores son uno de los pilares del reciclaje en el Uruguay, se dedican a recolectar los residuos descartados. Para luego comercializar los plásticos a los depósitos que luego los exportan (en caso de ser PET) o los venden a las industrias recicladoras.

Durante 2004, se formó la Asociación de Recicladores de Plásticos del Uruguay (ARPU), la cual está conformada por aproximadamente a 25 PYMES, que se dedican al reciclaje de plásticos, sobre todo de plásticos como; PEAD, PEBD y PP. La mayoría de estas empresas utilizan el reciclaje mecánico, incluso algunas fabrican localmente la maquinaria necesaria.(CEMPRE, 2019).



Imagen 3. Contaminación en la playa de Capurro, Montevideo, Uruguay.

3.

**TABLEROS DE PLÁSTICO
RECICLADO**

3.1 ¿Qué son los tableros plásticos?

Los tableros de plástico reciclado o TPR, como los llamamos a lo largo del estudio, son tableros o planchas generadas a partir de molienda de plásticos que fueron desechados y recuperados.

El proceso de producción varía según la escala del productor, pero en líneas generales

consiste en colocar molienda plástica, cuanto más pequeña mejor, en una especie de sartén metálico o plancha de serigrafía, que será expuesto a temperaturas de alrededor de 200°C, donde la molienda se fusionará entre sí generando un material único y rígido.



Imagen 4. Juegos infantiles generados por TP de Rotoplast.

3.2 Rotoplast SRL

Rotoplast SRL es la empresa creadora de los Tableros Plásticos Uruguay (TPU). Anteriormente la empresa se dedicaba al rotomoldeo, de aquí proviene su nombre. Con los años Enrique Fernández (fundador de la empresa) notó que este rubro estaba en declive y decidió cambiar el rumbo de la empresa, por lo que decidió comenzar a producir los TPU, respondiendo a la tendencia, demanda y necesidad mundial de generar soluciones sustentables.

El producto se destaca de otros tableros generados a partir de desechos reciclables por su calidad, entendida como la capacidad del material de lograr terminaciones prolijas, ser duradero, agradable al tacto y por su facilidad de mecanizado.

En Rotoplast se logran convertir 5 toneladas de plástico en TPU en una semana. Las dimensiones de los tableros son de 122 cm de ancho por 240 cm de largo y manejan grosores desde 1 cm hasta 5 cm. En este punto también se

destacan dado que, a mayores dimensiones, mayores posibilidades de producción y productos realizables, aumentando también la relocalización de plásticos en mayor escala.

El proceso productivo de Rotoplast, consiste en enviar todo el plástico que llega a la empresa a Vidoentrade, empresa que se encarga de lavar el plástico, clasificarlo y molerlo para luego devolverlo molido y separado por el tipo de plástico. Por lo general los plásticos son; ABS, PVC, poliestireno, polietileno de alta y baja densidad y un sinfín de plásticos que son mezcla de varios. Cuando se puede porque hay mucha cantidad de un color, se separa por color, de lo contrario se mezclan.

Una vez en Rotoplast se pasa el plástico por un fulón o por una zaranda para dissociar el plástico de polvo u otros elementos. Se logra así que la molienda de plástico se fusione bien y quede una pasta homogénea, este paso asegura una buena calidad del producto, dado

que el aire y la suciedad entre la molienda afecta en el resultado final.

Se vierte la molienda dentro de una bandeja, que luego entra en un horno especial, el cual llega a los 400°C o 500°C normalmente se usa en los 200°C. Una vez terminado el proceso de fusión de la molienda, se traslada a una máquina de enfriamiento. Finalmente, se posicionan los tableros de forma apilada con una prensa, para que mantengan la rectitud.

Todos los plásticos se derriten a diferentes temperaturas, pasada determinada temperatura se queman. Rotoplast encontró la manera de que esto no suceda, logró determinar cuáles son los plásticos que son compatibles en cuanto a su punto de fusión y en qué porcentajes, dado que las temperaturas de uno derriten otros. La composición de los TPU, los porcentajes de cada plástico que lo conforman es información confidencial de la empresa y no se tuvo acceso al mismo para la realización del presente trabajo.

Los procesos que utiliza Rotoplast son; maquinaria clásica de carpintería y mecanizados con el router CNC. Dependiendo del producto

a realizar si utilizan el router CNC, dado que es más costoso, pero se logran mejores terminaciones que al trabajar el material manualmente. El router CNC, se debe trabajar a una velocidad moderada ya que con la velocidad aumenta el calor y puede hacer que el material se derrita. Los operarios de la fábrica expresan que, la forma de trabajar los TPU y la maquinaria a utilizar, son iguales que al trabajar con madera, incluso se utilizan las mismas herramientas.

Cabe destacar que las TPU también son reciclables, se les aplica el proceso anteriormente mencionado y quedan prontas para usar nuevamente.

1.



Imagen 5. Molienda plástica clasificada por el tipo de plástico.

2.



Imagen 6. Molienda colocada sobre bandeja para llevar al horno.

3.



Imagen 7. Horno. Molienda en el horno.

4.



Imagen 8. Máquina de enfriamiento.

Una vez sacada la bandeja del horno se coloca en una máquina para enfriar el TPU. La tapa baja haciendo presión sobre la plancha y a través de un mecanismo interno de cañerías, enfría de forma pareja el material plástico

5.



Imagen 9. Resultado del proceso de fusionas y enfriar el plástico.

6.



Imagen 10. Presadora.

Se colocan aquí los tableros prontos para que conserven la rectitud.

Como se mencionó anteriormente para la generación de los TPU se utilizan los plásticos ABS, PVC, poliestireno, polietileno de alta y baja densidad, entre otros. No podemos deducir las propiedades de los tableros, porque al fusionar los plásticos las propiedades pueden variar. Sin embargo, podemos saber las propiedades individuales de cada plástico, que son las siguientes;

| Polímero | Propiedades | Quemado |
|---|---|--|
| PEAD Polietileno de alta densidad | Rígido y duradero; Muy buena resistencia térmica y química | Difícil de encender Huele a vela Se suaviza en 75° |
| PVC Policloruro de vinilo | Puede ser rígido o suave a través de plastificantes utilizados en su construcción | Llama amarilla Gotas verdes Se suaviza en 60° |
| PEBD Polietileno de baja densidad | Liviano, bajo costo y versátil; falla ante stress mecánico y térmico | Difícil de encender Huele a vela Se suaviza en 140 ° |
| PS Poliestireno | Liviano y débil estructuralmente | Humo denso Se suaviza en 95 ° |
| ABS acrilonitrilo butadieno estireno | Muy resistente al impacto y liviano | Llama amarilla con bordes azules o un olor fuerte. Se suaviza en 200 ° |

3.3 La Fábrica Makerspace

La Fábrica Makerspace se autodefine como un espacio colaborativo de aprendizaje, expresión y emprendimiento. Ofrecen membresías para personas que quieren experimentar con nuevas tecnologías o desarrollar actividades productivas en un espacio compartido.

Su proceso productivo consiste en comprar o recibir donaciones de desechos plásticos, en general se utilizan las tapas de bebidas

o refrescos, las cuales se procesan en una picadora que luego se coloca en una plancha de serigrafía, donde se fusiona la molienda y se terminan de generar así las planchas, que tendrán dimensiones de aproximadamente 18 cm por 30 cm y un espesor de entre 2 mm y 7mm.



Imagen 11. La Fábrica Makerspace

1.



Imagen 12. Picadora de plástico

Colocación de tapas plásticas en la picadora para generar la molienda.

2.



Imagen 14. Pesaje de la molienda

Selección de los colores de la molienda y pesaje.

3.



Imagen 13. Colocación de la molienda en plancha de serigrafía

Colocación de la molienda en la plancha de serigrafía para generar los TPR.

4.

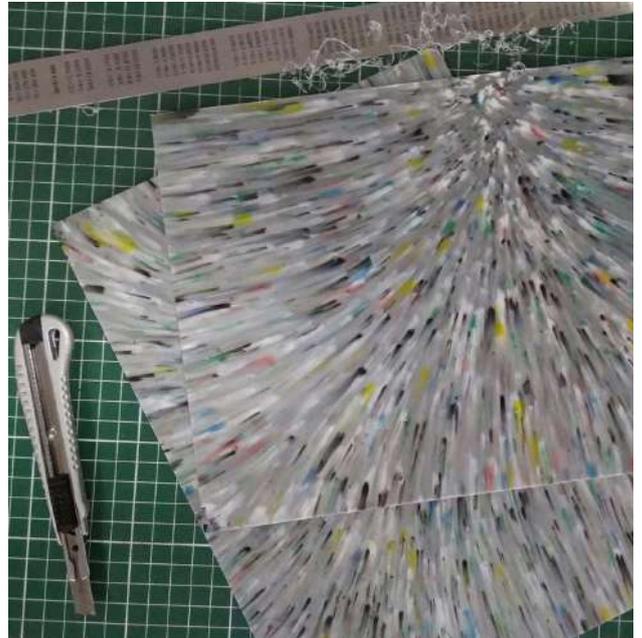


Imagen 15. TPR de la Fábrica Makerspace

Corte de los bordes irregulares del TPR y finalización del proceso de producción de los mismos.

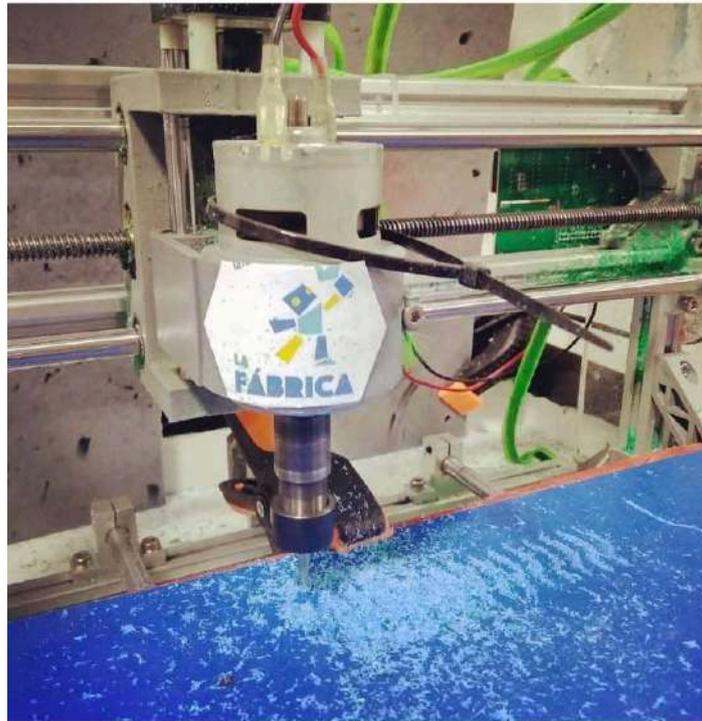


Imagen 16 Router CNC de La Fábrica Makerspace

Fabricación de productos de TPR cortado con router CNC.

En este caso los tableros están generados por polietileno de alta densidad y las propiedades son las siguientes;

| Polímero | Propiedades | Quemado |
|--|---|---|
| PEAD Polietileno de alta densidad | Rígido y duradero; Muy buena resistencia térmica y química | Difícil de encender Huele a vela Se suaviza en 75° |

3.4 Calidad de los Tableros Plásticos

Se hacen presente diferencias entre algunos TPR, por lo que se realizó una clasificación de los mismos, donde se determinó que la calidad del material está condicionada por; la pureza, es decir que la molienda sea 100% plástico reciclado, la fusión, que debe ser homogénea y sin burbujas de aire.

Estas condicionantes mencionadas anteriormente se traducen en que un tablero de buena calidad es; agradable al tacto, permite terminaciones prolijas, es fácil de mecanizar y finalmente es más duradero en comparación a los otros de menores calidades.

Los tableros calidad A son aquellos que cumplen con todos los requisitos que mencionamos anteriormente. Los tableros calidad B son aquellos que son deficientes en alguno de los requisitos.

La Fábrica Makerspace no genera tableros de calidad B, dado que no mezclan plásticos. De todas formas, algunas producciones pueden llegar a tener una calidad menor, por algún error en el proceso, pero estos tableros no se utilizan para realizar productos, sino que se vuelven a reciclar.



Rotoplast
Calidad A



Rotoplast
Calidad B



La Fábrica
Calidad A

3.5 Usos (en Uruguay y en el mundo)

Una de las razones por las cuales en el presente Trabajo de Grado se dedicó a la exploración de procesamientos y transformaciones de los TPR, fue por el uso que se le está dando actualmente al material. La mayoría de los productos generados con TPR, suelen ser los siguientes; llaveros, bowls, accesorios, peines, juguetes, macetas, entre otros. Son pocos los productos que comprenden dimensiones grandes como por ejemplo, el de un mueble o una casa, o productos que sean de un uso más prolongado que el de un llavero.

El problema de generar productos como los que nombramos en primer lugar, es que su vida útil suele ser acotada en relación a la duración del plástico, no obstante son los más producidos, dado que requieren una baja inversión inicial y pueden ser comerciables con mayor facilidad.

En el caso de Rotoplast es al revés, al generar planchas de grandes dimensiones, generar productos pequeños no sacia la necesidad del

que hacer con el material y por el contrario es más complejo y menos rentable. Dentro de los objetos que la empresa generó se encuentran; bancos, mobiliario urbano y su gran estrella, las casas. Por lo que se evidencia que los usos del material son muy amplios.

3.6 Ventajas y desventajas

Como ventajas que posee la generación de los tableros plásticos se encuentra: el reciclaje de desechos plásticos, lo que reduce el uso de plásticos nuevos y el aprovechamiento del plástico en desuso, al cual le otorga una segunda vida útil, que de lo contrario estaría desperdigado por el planeta, contaminando y amenazando ecosistemas.

Por otro lado, genera fuentes de trabajo tanto para grandes como pequeños emprendedores. Una de las necesidades primordiales de este siglo es resolver el destino de los plásticos una vez desechados. La cantidad es tan vasta que hay hasta islas en los océanos generadas por plásticos y eso es solo una parte, luego están los que no llegamos a ver, los microplásticos, que también se encuentran en cantidades importantes.

En cuanto a las desventajas de la realización de los TPR se encuentra la contaminación que genera el reciclaje del plástico. En el proceso de calentamiento para su fusión genera

que el material desprenda gases con olores muy fuertes que son nocivos para el medio ambiente y para las personas que están involucradas en el proceso de producción. Es imprescindible que se respeten todas las medidas de seguridad laborales para evitar daños de salud en el personal que se encarga de este proceso. Los trabajadores deben utilizar tapabocas, lentes de protección y vestimenta adecuada, el establecimiento debe estar bien ventilado y contar con extractores.

A lo largo de la vida las personas se están expuestas a una variedad de sustancias químicas tóxicas y a microplásticos mediante la inhalación, contacto directo con la piel y la ingesta a lo largo del ciclo de vida del material, el cual está compuesto por; extracción y transporte, refinación y fabricación, uso y gestión de residuos.

4.

CASOS DE ESTUDIO

4.1 Antecedentes de técnicas aplicadas

Antecedentes de técnicas aplicadas

Se recopilaron antecedentes de técnicas aplicables a los TPR, los cuales se pueden clasificar en las siguientes categorías:

| Categoría | Ícono | Color | Contenido |
|-----------|---|---|---|
| Uniones |  |  | <ul style="list-style-type: none">• Encastres. Consiste en unir, acoplar, enlazar, articular, compaginar o juntar dos piezas, fragmentos o porciones de cualquier material.• Snap Fit. Mecanismo integral de enganche para fijar una parte con otra. |
| Curvados |  |  | <ul style="list-style-type: none">• Calor directo. El proceso consiste en aplicar calor en la zona que se desea curvar, con una pistola de calor.• Curvado con molde. Colocar el tablero caliente dentro de un molde con una forma y su contraforma y presionar hasta generar la forma deseada.• Kerfing. Técnica para el diseño, fabricación y optimización de elementos de doble curvatura a partir de placas rígidas. |
| Varios |  |  | <ul style="list-style-type: none">• Torneado. Proceso de generación de curvas suaves y moldeado de un material.• Corte láser. Técnica para cortar con láser, concentra luz en la superficie deseada. |



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Manual:

1-Fresa para la perforación circular

2-Cortes rectos con la sierra sinfín

Observaciones

Articulación entre dos piezas del mismo material, sin la necesidad de agregar un tercer elemento.

Fuente

bestpin.loveofdecoration.com



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Manual:

1-Cortes exteriores con la sierra sinfín

2-Cortes internos con sierra de mano

Observaciones

Unión no permanente

Fuente

museum-design-ru



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Consideraciones

Esquinas curvas, el corte debe ser exacto

Observaciones

Unión no permanente, requiere de otro elemento que haga la unión permanecer.

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendesk



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Consideraciones

Esquinas curvas, el corte debe ser exacto

Observaciones

Unión no permanente, dependiendo de como le es aplicada la fuerza si la unión permanece.

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendesck

Catch Tenon C_002



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Consideraciones

Esquinas curvas, el corte debe ser exacto

Observaciones

Unión no permanente, que funciona gracias al kerfing aplicado a la zona media de la pieza.

Fuente

The art of wood



Proceso

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Consideraciones

Esquinas curvas

Observaciones

Interesante opción para utilizar el mismo material como enlace entre piezas de forma permanente

Fuente

Core77



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Manual:

1- Marcar piezas

2- Corte con sierra

Consideraciones

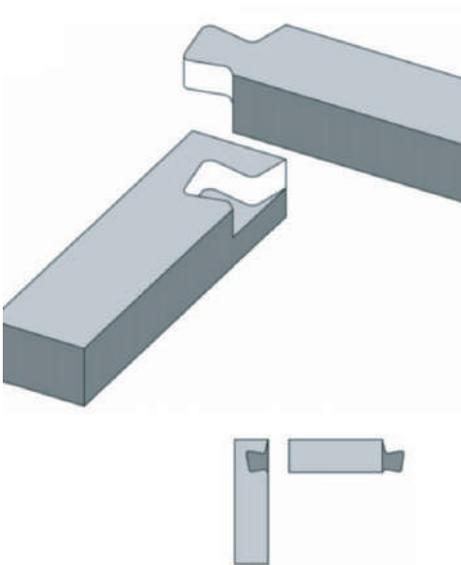
Cuidar grosor los encastrés

Observaciones

Aplicación de encastrés sin necesidad de elementos para asegurar la unión.

Fuente

Precious Plastic UK



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

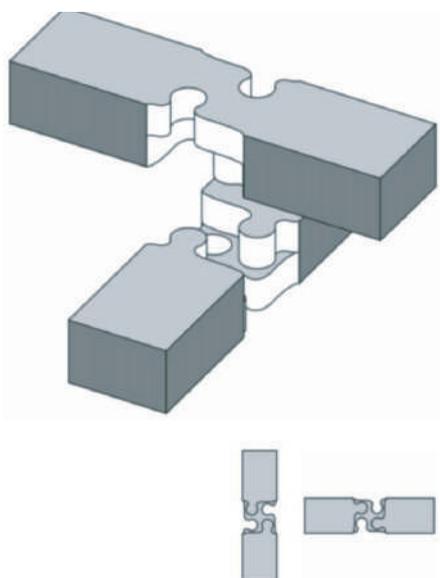
Observaciones

Uniones para esquinas

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendesk
Halved Dovetail Corner

T_009



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

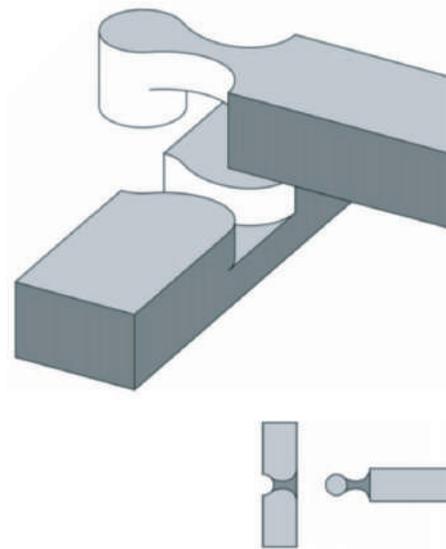
Observaciones

Uniones en "x"

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendesk
Jigsaw Cross Halving

K_002



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Observaciones

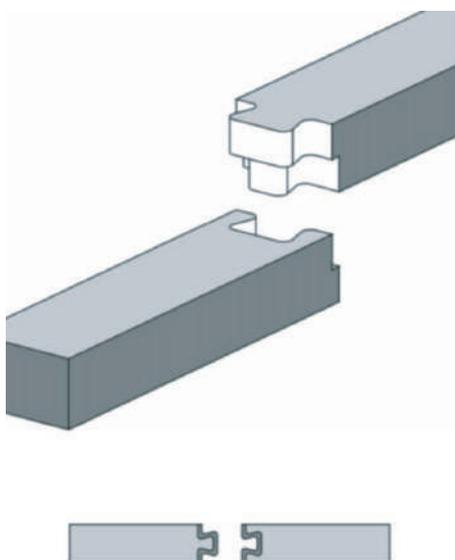
Unión en "T"

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendesk

Hooked Jigsaw Halving

P_006



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Observaciones

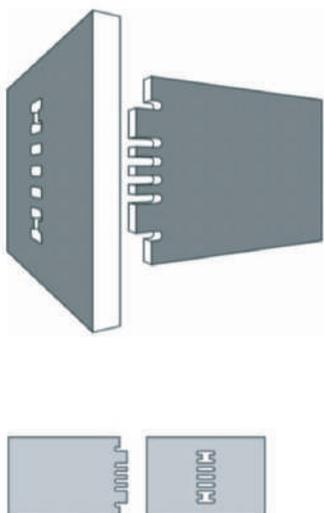
Ensamble

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendesk

Shouldered Dovetail

T_004



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Observaciones

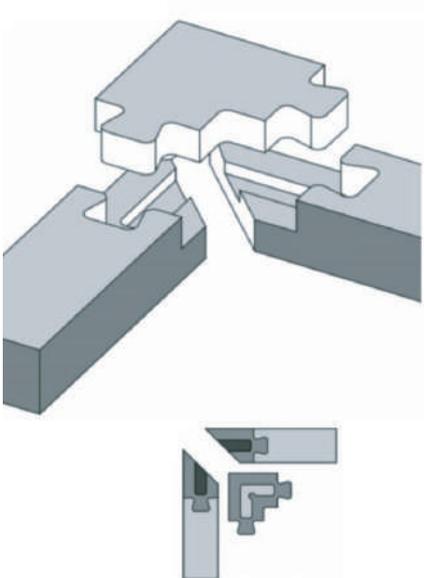
Unión esquinera

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendesk

Clip Tenons

C_001



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Observaciones

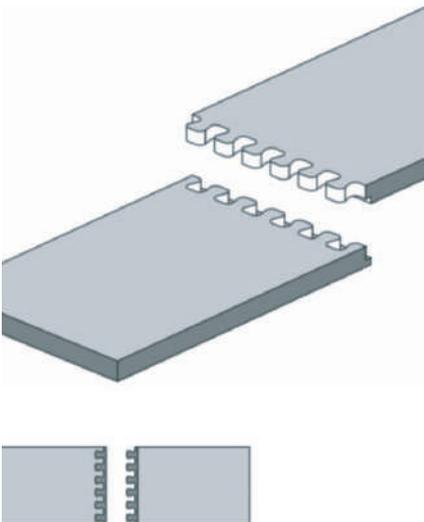
Unión para esquinas

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendsk

Dovetail Key Corner

T_007



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Observaciones

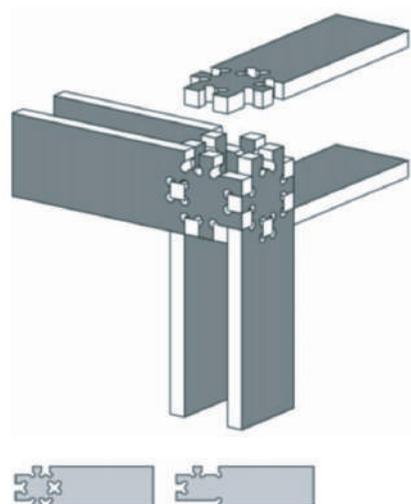
Ensamble

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendsk

Lapped Dovetail

T_013



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Observaciones

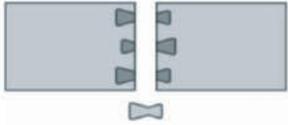
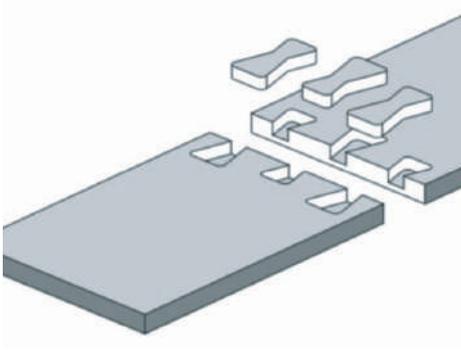
Unión tridimensional

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendsk

3-Dimensional Finger Tenon Joint

KN_001



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Observaciones

Ensamble

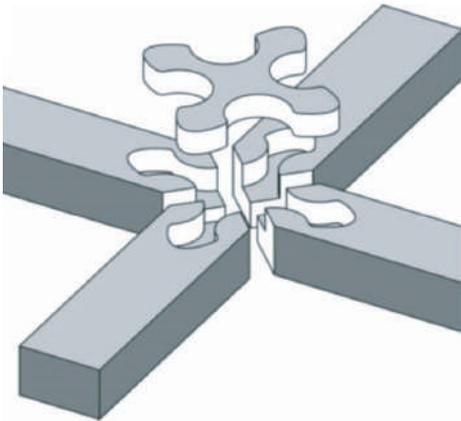
Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendesk

Board Lengthening with

Asymmetrical Dovetail Keys

T_012



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Observaciones

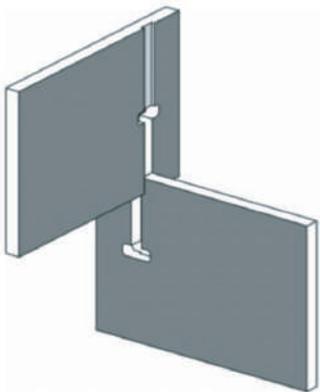
Unión en "X"

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendesk Cross

Mitre Joint with Jigsaw Key

K_004



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Observaciones

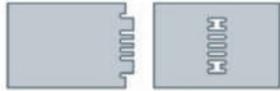
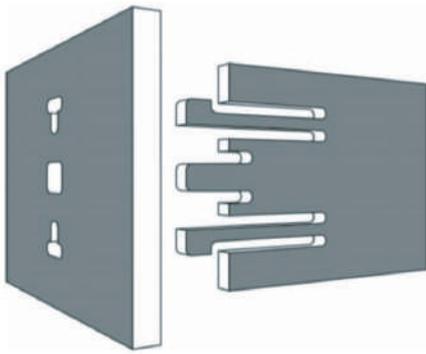
Ensamble tridimensional

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendesk

Simple Slotting Joint

ST_001



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Observaciones

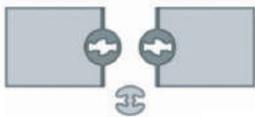
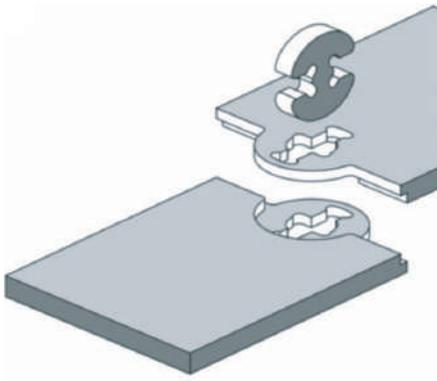
Snap fit

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendesk

Clip Tenons

C_001



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Observaciones

Unión con sistema de tranca

Fuente

Hochschule für Gestaltung Offenbach. Opendesk

Detachable Lengthening with Key

V_001



Proceso

Digital:

1-Diseño vectorial

2-Corte de las piezas en Router CNC

Observaciones

Unión de encastre en cadena para mobiliario modular personalizable

Fuente

Ame Design Brasil



Proceso

- 1-Diseño vectorial
- 2-Corte de las piezas en Router CNC

Consideraciones

Kerfing a ambas caras del material

Observaciones

Verastilidad

Fuente

Skin-futurematerials.com



Proceso

Curvado con pistola de calor.

Consideraciones

Posibilidad de quiebre del material.

Observaciones

Posibilidad de curvado del material idéntico a los TPR

Interesante como la organización de la molienda de plástico genera una suerte de mármol plástico.

Fuente

Student Design



Proceso

Curvado con pistola de calor siguiendo un molde.

Consideraciones

Posibilidad de quiebre del material.

Observaciones

Posibilidad de curvado del material idéntico a los TPR.

En este caso el producto final es una síntesis de los caballos de juguetes para niños, por lo que demuestra como el curvado y el material posee cierta resistencia al peso.

Fuente

Precious Plastic

**Proceso**

Curvado con pistola de calor siguiendo un molde y con prensas.

Consideraciones

Posibilidad de quiebre del material.

Observaciones

Posibilidad de curvado del material idéntico a los TPR

Fuente

Precious Plastic

**Proceso**

Curvado a partir de kerfing, con cortadora láser o router CNC.

Observaciones

Utilización del kerfing para generar aperturas.

Fuente

University of Cincinnati

**Proceso**

Curvado a partir de un molde a presión y calor.

Observaciones

Tipo de plástico PS posee la capacidad de ser moldeado con facilidad si se le aplica calor.

Esta técnica permite la producción en cantidad.

Fuente

Precious Plastic



Proceso

Moldeado en el torno de madera

Consideraciones

Se requiere que el material posea un grosor mínimo para poder colocar en el torno.

Observaciones

Posibilidad moldear con el torno de madera a los TPR

Fuente

Precious Plastic



Proceso

Corte de las maderas con forma curva.

Consideraciones

Necesidad de precisión que puede ser brindada por el láser o router CNC

Observaciones

Genera la sensación de curva sin necesidad de darle calor al material, ni de debilitarlo como en el kerfing.

Fuente

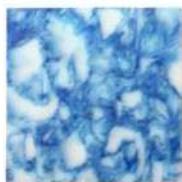
Introdecor



Alba



Kaledo



Blue Dapple



Black Dapple

Proceso

Se debe elegir la molienda antes de ponerla en el horno

Consideraciones

Selección cuidadosa de la molienda y pruebas para evaluar si las moliendas mezcladas son compatibles.

Observaciones

Se pueden lograr texturas visuales interesantes que mejoran la estética del producto final

Fuente

Smile Plastic

5.

EXPERIMENTACIÓN

5.1 Experimentación

En el presente capítulo se ponen a prueba algunos de los antecedentes de procesamientos y transformaciones, tratados en el capítulo anterior, considerados aplicables a los TPR.

Al igual que en el capítulo 4 se clasificaron los procesos en 3 categorías; Uniones, curvado y varios.

5.2 Maquinaria utilizada

5.2.1 Maquinaria del taller de la EUCD



Taladro de banco



Sierra sin fin



Cortadora Láser



Router CNC

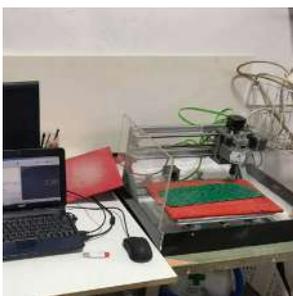


Sierra circular de mesa



Torno

5.2.2 Maquinaria del taller de La Fábrica Makerspace



Router CNC



Sierra ingletadora



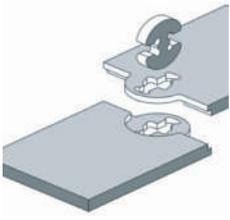
Sierra circular de mesa



Pistola de calor

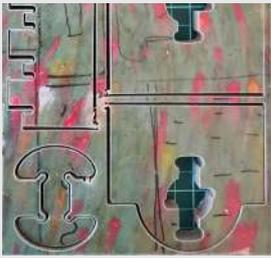


U1- Encastre llave



Encastre llave, realizado a partir de 3 componentes que permiten la unión no permanente entre ellos.

Calidad A



Rotoplast

Calidad B



Calidad A



Se utilizó la mecha de la imagen para generar los siguientes cortes.



La Fábrica

Calidad A



Prueba realizada con hidrocorte.

Se aprecia una alta calidad de cortado, con excelentes terminaciones, no presenta necesidad de lijado u otro tipo de procesos para lograr mejores acabados.

La unión es funcional, se debe ser preciso con las medidas y tomar en cuenta el grosor del material para poder ejecutar bien la pieza, ya que si no se es preciso la unión puede quedar floja o incluso no encastrar

Rotoplast

Calidad B



Los cortes se realizaron con hidrocorte, lo cual provee excelentes terminaciones.

La calidad no afecta a la funcionalidad en este caso, aunque se pueden desprender partes de la molienda que no quedaron bien fusionadas.

Calidad A



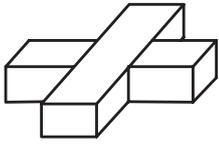
El cierre ejecutado con CNC funciona, al encastrar las partes y pasar la "llave" se traban las piezas.

Para que este encastre funcione se debe ser preciso con las medidas y adaptarlas según el grosor del material.

La Fábrica



U2



“Media madera central” es el nombre que se utiliza en carpintería para este encastre. Posee un estrado ancho cortado en el material en cualquier lado de su longitud.

Calidad A

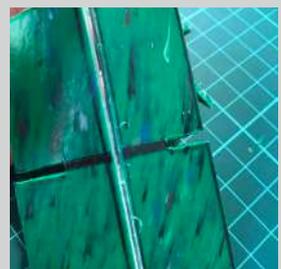


Rotoplast

Calidad B



Calidad A



La Fábrica

Calidad A



Resultado exitoso para esta calidad, se logran terminaciones prolijas.

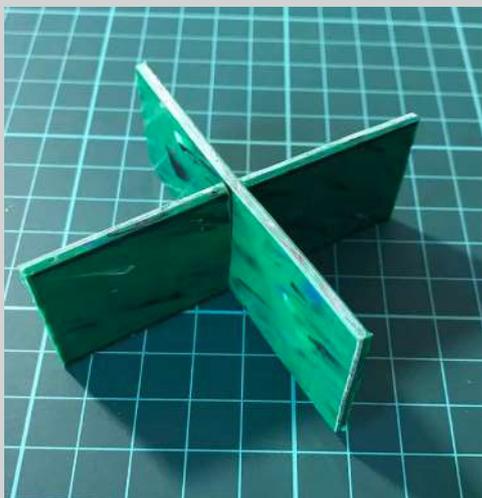
Rotoplast

Calidad B



El encastre es aplicable a esta calidad, pero no se logran terminaciones óptimas, dado que el tablero presenta zonas de desprendimiento de la molienda.

Calidad A



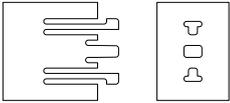
Encastre ejecutable en esta calidad, se puede lograr excelentes terminaciones realizando los cortes de manera manual. Se debe marcar el corte con una trincheta y luego presionar con fuerza, la prueba se termina de ejecutar como se puede ver en la última imagen de la secuencia del proceso.

La Fábrica

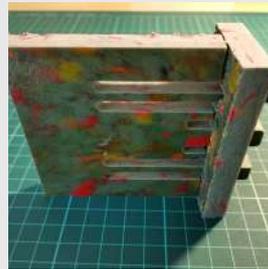


U3

Snap fit. Se compone de dos piezas que se deben encastrar entre sí.



Calidad A



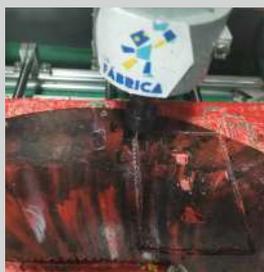
Rotoplast

Calidad B



Calidad A

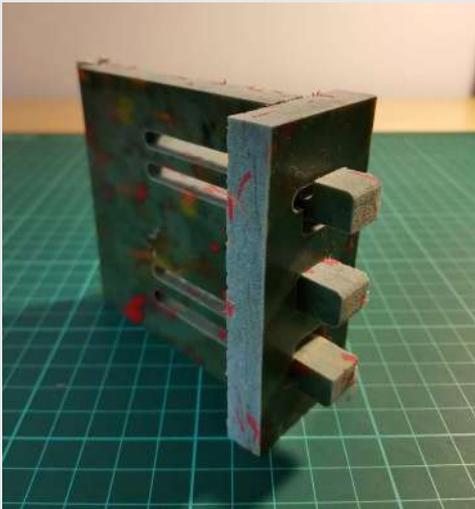
La Fábrica



Se utilizó la mecha de la imagen para generar los siguientes cortes.



Calidad A



Encastre exitoso, cortado con hidrocorte lo cual logra excelentes terminaciones.

Se flexibiliza el TPR de la manera esperada logrando así que el snap fit funcione.

Rotoplast

Calidad B



Snap fit es funcional, fue cortado con hidrocorte se lograron óptimas terminaciones a pesar de la calidad del material.

Calidad A



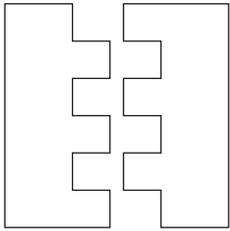
La flexibilidad del material y la técnica aplicada permiten que el snap fit cumpla su función de ser un encastre no permanente.

Se puede observar como el corte con el router CNC deja residuos que afectan a la prolijidad final del encastre, la cual debe arreglarse de forma manual, en este caso con un cúter o trincheta.

La Fábrica

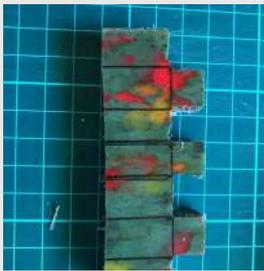


U4



Dependiendo del grosor del material cual herramienta se utiliza, para los grosores más grandes se puede cortar con Router CNC o con sierra sinfín, para los grosores más finos se puede utilizar trincheta, además de las herramientas ya mencionadas.

Calidad A



Rotoplast

Calidad B



Calidad A



La Fábrica

Calidad A



Encastre simple realizado con sierra sinfín. Funciona bien, al ser exactas las medidas se genera la resistencia buscada al separar las piezas.

Rotoplast

Calidad B



Ejecutado con sierra sinfín, se logra el resultado deseado.

Dada la calidad del material se puede percibir menor prolijidad.

Calidad A



El grosor del material permite su cortado con trincheta, requiere que se ejecuten varias pasadas sobre un corte, aplicando fuerza para poder realizar el corte de lado a lado efectivamente.

La Fábrica



U5



Corte de dos piezas articulables cuyo propósito es lograr un movimiento de bisagra.

Calidad A

Rotoplast

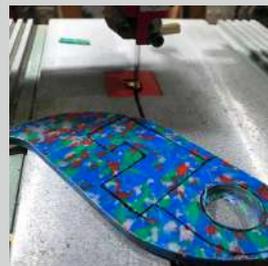


Calidad B



Calidad A

La Fábrica



Calidad A



Resultado esperado, cumple la función de articulación. Terminaciones prolijas gracias a la calidad del material.

Al realizar el corte circular con una mecha en el taladro de banco se genera viruta, por lo que se debe detener el proceso y retirar la viruta en la medida que sea necesario, para que no dificulte la visión del operador.

Rotoplast

Calidad B



Resultado previsto, cumple la función de articulación. Se puede notar nuevamente que la calidad afecta a la pieza, dado que la molienda no está bien fusionada, lo que ocasiona terminaciones no óptimas.

Calidad A



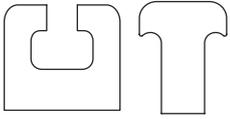
Se cumple la función de articulación. Se lograron buenas terminaciones gracias a la calidad del material.

La Fábrica



U6

Encastre consistente de dos elementos encastrables unibles de forma no permanentemente.



Calidad A



Rotoplast

Calidad B



Calidad A

La Fábrica



Calidad A



Resultado esperado, el encastre funciona. El proceso de fabricación constó de el corte de las piezas en la sierra sinfín y luego la parte interna se efectuó con un formón. También se probó realizar la parte interna con una caladora pero no resultó lo más práctico, por lo que se optó por utilizar un formón.

Rotoplast

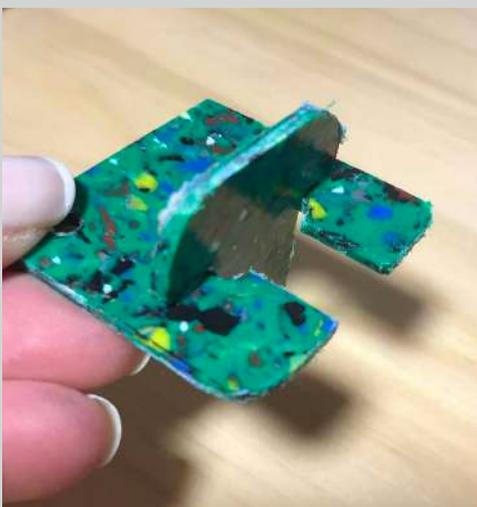
Calidad B



El encastre funciona bien. Se puede notar que la calidad de TPR utilizada es B, dado que las terminaciones no son las mejores a pesar de que se intentó perfeccionar la pieza de manera manual.

De todas formas, se considera que, se puede utilizar esta calidad para este tipo de encastre, dado que no afecta en la funcionalidad del sistema.

Calidad A



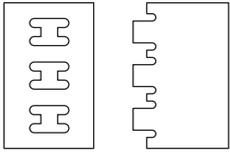
Se ejecutó la parte externa del encastre con la sierra sinfín y la interna con trincheta manualmente. Por último, se procedió a utilizar una lija al agua para perfeccionar los bordes.

La Fábrica

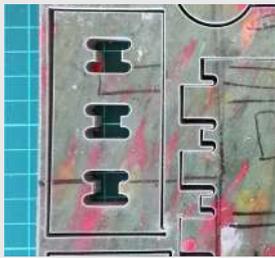


U7

Generación de dos cortes encastrables con el objetivo de unirlos de forma no permanente.



Calidad A



Rotoplast

Calidad B



Calidad A

La Fábrica



Se utilizó la mecha de la imagen para generar los siguientes cortes.



Calidad A



Ejecución realizada con hidrocorte, excelentes terminaciones.

Encastre funcional.

Rotoplast

Calidad B



Prueba llevada a cabo con hidrocorte, excelentes terminaciones, puede que presente desprendimiento de molienda, característica propia de la calidad utilizada.

Calidad A

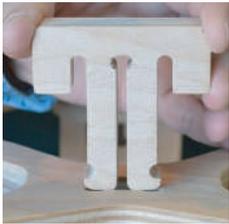


Unión efectuada con corte con router CNC, logra buenas terminaciones, pero se debe perfeccionar con trincheta los bordes para mejores resultados.

La Fábrica

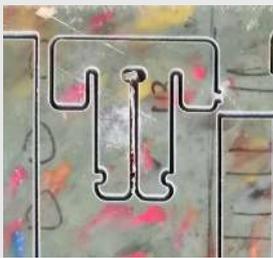


U8



Realización de dos piezas encastrables para lograr su unión no permanente.

Calidad A



Rotoplast

Calidad B



Calidad A

La Fábrica



Calidad A



Se efectuó el corte por medio del hidrocorte, por lo que las terminaciones son sobresalientes.

Se logró el resultado esperado, el material presenta la flexibilidad necesaria para que el encastre sea funcional.

Rotoplast

Calidad B



Materialización a través de hidrocorte con óptimas terminaciones. El encastre es utilitario, dado que el material se adapta para permitir que el snap fit funcione exitosamente.

Calidad A



La flexibilidad del material permite que el encastre funciones de manera correcta.

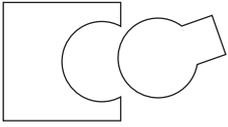
Este TPR posee memoria, si se encastra y se desencastra se puede presenciar cómo la zona de encastre no queda paralela como lo era originalmente.

La Fábrica

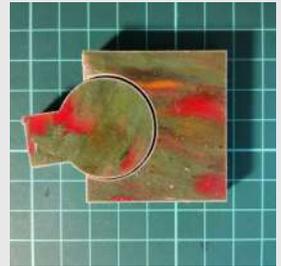
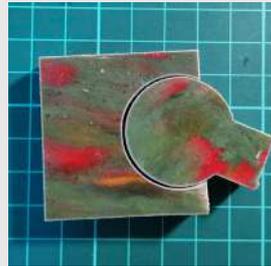


U9

Articulación de dos cortes con el fin de lograr un el movimiento angular de las piezas.



Calidad A



Rotoplast

Calidad B



Calidad A

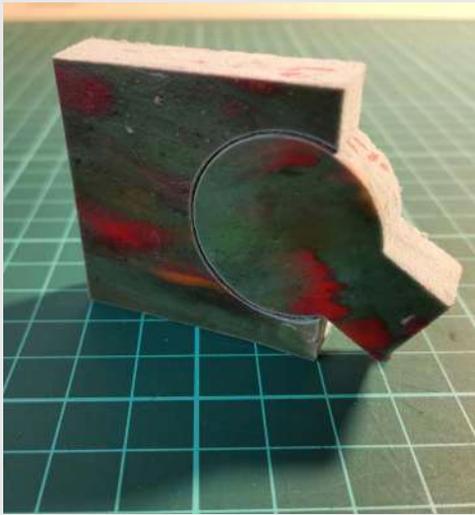
La Fábrica



Se utilizó la mecha de la imagen para generar los siguientes cortes.



Calidad A



Encastre funcional, permite movimiento angular.

Óptimas terminaciones propias del hidrocorte, método utilizado para realizar la prueba.

Rotoplast

Calidad B



Encastre funcional, permite movimiento angular.

En las esquinas se puede presenciar como el material no está bien fusionado, esto es un problema ya que baja la calidad del encastre y su posible ruptura, la causa es la calidad del tablero utilizado.

Calidad A



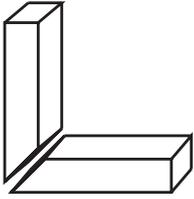
Encastre funcional, permite movimiento angular.

Se cortó la prueba con el router CNC de La Fábrica Makerspace, el cual deja excedente de material en los bordes, para mejorar las terminaciones se utilizó la trincheta.

La Fábrica



U10



La siguiente unión consiste en cortar dos secciones rectangulares de TPR y luego generar biselado de 45 grados en uno de los extremos, para luego unir dichos extremos biselados con calor, generando una unión con un ángulo de 90 grados.

Se utiliza una pistola de calor para unir los extremos biselados.

Calidad A



Rotoplast

Calidad B



Calidad A



La Fábrica

Calidad A



Al aplicarle fuerza al encastre se puede despegar, las terminaciones resultan aceptables.

Durante la ejecución se debe ser cauteloso al manipular el material dado que queda muy caliente y desprende gases que pueden ser dañinos para la salud del operador.

Rotoplast

Calidad B



En este caso la unión fue más difícil de ejecutar, ya que las partes no permitían el pegado con facilidad

Se percibieron más gases que los emitidos al realizar la prueba en la calidad A, probablemente porque contiene algunos materiales que no son plásticos, además de tener más variedad de tipos de plásticos.

Al igual que anteriormente el encastre no resulta muy resistente, ya que al ejecutarle fuerza se separan las partes.

Calidad A



La ejecución de esta experimentación resultó más sencillo y con mejores resultados, en cuanto a prolijidad y resistencia.

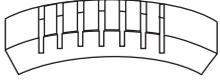
No se presenciaron olores, ni humos ya que no fue necesario exponerlo mucho al calor.

Exponer este tipo de TPR al calor, dificulta su manipulación, por lo que hay que controlar bien la exposición.

La Fábrica

S C1

Curvatura generada a partir de la incisión del TPU de manera horizontal, hasta la mitad del grosor.

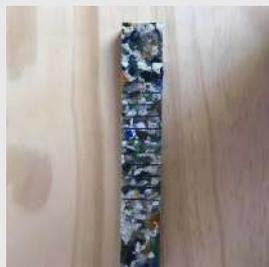


Calidad A

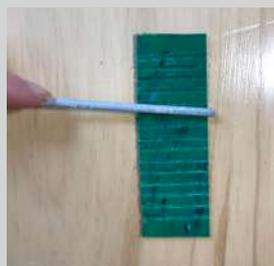


Rotoplast

Calidad B



Calidad A



La Fábrica

Calidad A



El resultado no fue el esperado dado que la pieza se quebró en varias partes.

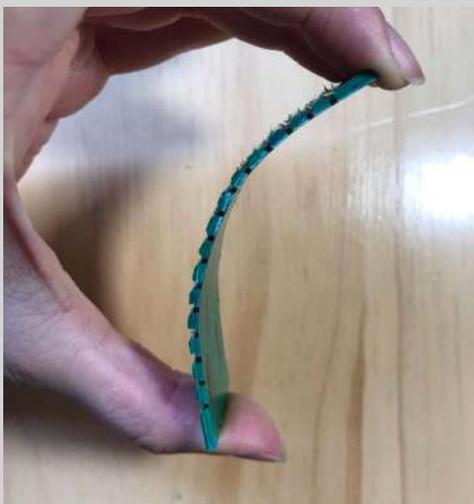
Rotoplast

Calidad B



El TPR acepta el kerfing, de todas maneras, no quedó bien, dado que el material no vuelve 100% a su lugar luego de ejercer presión para generar la curva. A su vez al curvar el TPR, se debilitó una zona a causa de la falta de fusión de los plásticos del TPR.

Calidad A



Se puede apreciar como el TPR en este grosor y calidad acepta el kerfing mejor que en los dos ejemplos anteriores. El material vuelve al lugar al dejar de ejercer presión.

De todas maneras, se entiende que este tipo de kerfing puede que no sea el más indicado para aplicar en los TPR en general.

La Fábrica

S C2



Imágen 17

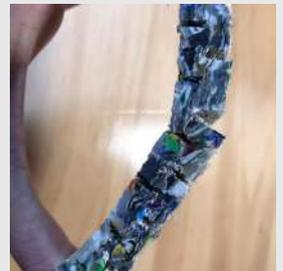
Ejecución de cortes en sentido vertical al tablero de manera rítmica, en ambas caras del TPR para logra una curvatura doble.

Calidad A

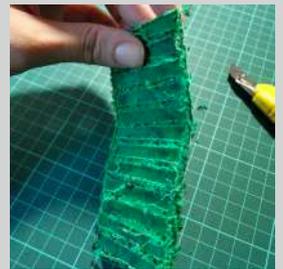


Rotoplast

Calidad B



Calidad A



La Fábrica

Calidad A



Se logró generar los cortes rítmicos pero el mismo no admite la curvatura esperada, apenas se puede curvar, como se muestra en la imagen, si se sigue aplicando fuerza el material genera ruido que da cuenta de que se está forzando y puede romperse.

Rotoplast

Calidad B



La pieza aceptó mejor el kerfing que en la calidad A porque la composición de la calidad B parece ser más flexible, aunque también más débil, como se ve en la imagen se quebró a causa de una molienda mal fusionada.

Calidad A



Debido al grosor del tablero y por temas de seguridad, se realizaron los cortes con el router CNC.

Se considera que no es óptimo utilizar el CNC para realizar esta prueba ya que es difícil calibrar. Los cortes se deben hacer de un lado y del otro del material, una diferencia de 0.1 mm en estos casos afectan a la prueba notoriamente. Si la técnica es exitosa o no va a depender de la precisión que posea el CNC. En este caso no era suficientemente preciso por lo cual no se recomienda esta técnica para realizar el curvado C2.

La Fábrica

S C3



Imágen 18

ealización de cortes en el TPR con forma de “escamas” respetando un ritmo, para lograr una doble curvatura en el material.

Calidad A

Rotoplast



Calidad B



Calidad A

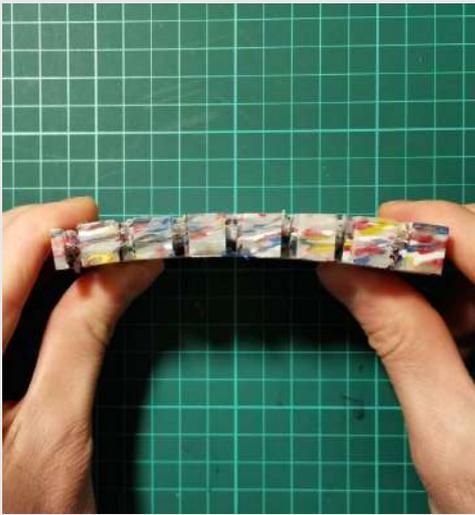
La Fábrica



Se utilizó la mecha de la imagen para generar los siguientes cortes.



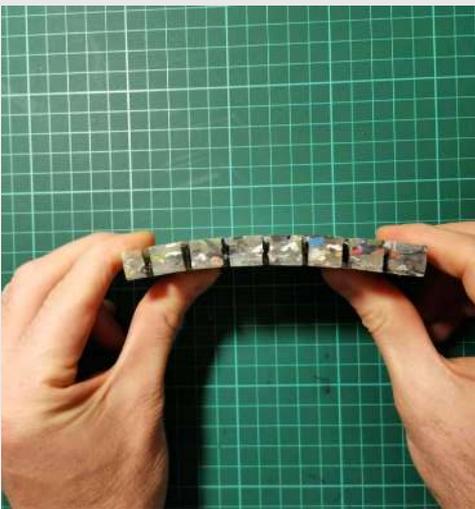
Calidad A



Se utilizó una mecha de 5mm, dado que las mechas de 3mm se rompieron. El TPR acepta el corte del router CNC pero el kerfing no fue exitoso, el material apenas se curva

Rotoplast

Calidad B



Proceso de corte igual que en la calidad A. El corte se realiza con éxito pero el kerfing no, con la salvedad que en esta calidad el material curva unos grados más que en la calidad A.

Calidad A

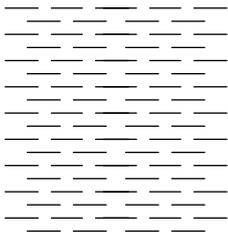


Se utilizó una mecha corte de 1,5 mm de diámetro. Por la cantidad de material sustraído, este patrón posee gran flexibilidad, pero poca resistencia estructural.

Se puede observar que queda gran cantidad de rebaba, el corte no queda limpio, de todas formas, resulta fácil de quitar el material excedente. El kerfing funciona perfectamente sin mostrar partes debilitadas, al soltar la pieza vuelve al lugar, apenas con un poco de memoria, que después desaparece.

La Fábrica

S C4



Ejecución de cortes rectos de manera rítmica para generar que un material rígido se curve.

Calidad A

Rotoplast



Calidad B



Calidad A

La Fábrica



Se utilizó la mecha de la imagen para generar los siguientes cortes.



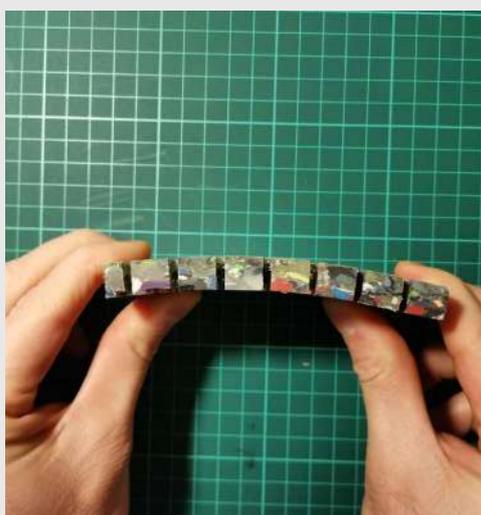
Calidad A



Corte realizado con CNC, buena ejecución pero no se obtienen los resultados esperados, el material admite una curvatura muy leve.

Rotoplast

Calidad B



Se corto el TPR con router CNC. Se logra una buena ejecución, aunque no se alcanzan los resultados esperados del kerfing, la curvatura lograda es muy leve.

Calidad A



Se logró el kerfing deseado, el material logra un gran grado de curvatura.

Al curvar el TPR y soltarlo se observa que le cuesta volver a la rectitud inicial.

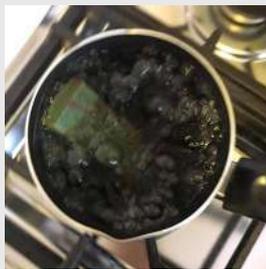
La Fábrica

S C5

El curvado consiste en someter al calor el TPR mediante inmersión en agua caliente. Colocar el TPR cuando el agua rompe hervor, dejarlo un tiempo sumergido, dependiendo del grosor y la calidad el tiempo de inmersión requerido. Al retirar el TPR del agua, se deben sostener los extremos con una pinza o algún elemento de seguridad para protegerse del calor. Realizar fuerza de manera manual para que el material se curve.



Calidad A

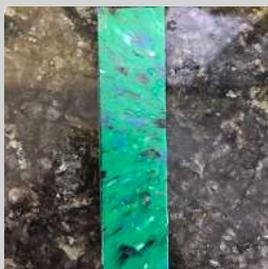


Rotoplast

Calidad B



Calidad A



La Fábrica

Calidad A



El TPR se mantuvo 20 minutos en el agua, luego se le aplicó fuerza para que curvara. Una vez retirado del agua el material se notó más maleable que antes de someterlo a este proceso, pero no lo suficiente como para lograr lo esperado.

Rotoplast

Calidad B



A los 15 minutos se retiró el TPR del agua y con dos prensas se sostuvo la pieza por los extremos, se realizó fuerza para que el material se curvara.

Una vez que se enfrió el material se quitaron las prensas, para ver el resultado.

Se puede apreciar que el material no curvó bien, incluso se quebró en una zona. Esto podría ser a causa de que se utilizó un TPR de calidad B.

Calidad A



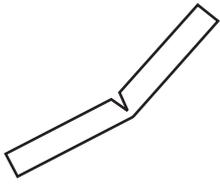
Se consiguió el curvado deseado de forma exitosa, como se puede observar en las imágenes del proceso al curvar el material recién salido del agua se pudieron juntar los extremos. Lo que demuestra que el material caliente es altamente maleable.

En este caso se coloca el TPR por 5 minutos y luego se puede retirar del agua.

Al enfriarse se mantuvo la curvatura.

La Fábrica

S C6-Cuña+Calor



Generar corte en "V" en una zona del tablero para luego aplicarle calor a dicha zona, permitiendo así que el material se pueda plegar y pegar.

Calidad A



Rotoplast

Calidad B



Calidad A



La Fábrica

Calidad A



El TPR se pliega e incluso se pegan las caras del corte, dado que la pistola de calor derrite el plástico de forma localizada.

Resultado exitoso para este tipo de calidad

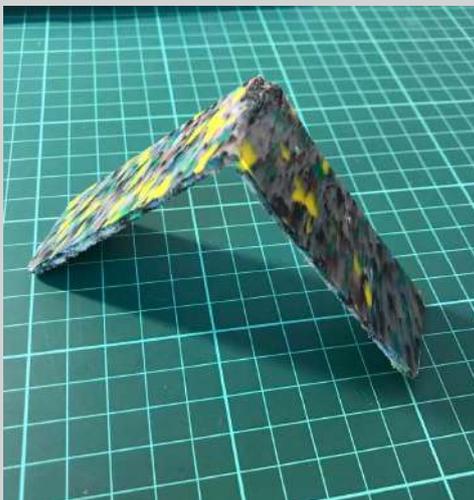
Rotoplast

Calidad B



Se logra el objetivo, el material es receptivo a la técnica.

Calidad A



La pistola de calor calienta todo el tablero, a causa del grosor, lo que genera que el material sea difícil de manipular y se curve en lugares no deseados.

No se considera una buena técnica en este caso para generar un pliegue.

La Fábrica

S C7

Generación de cortes en los laterales de una sección para lograr curvado del material..



Calidad A

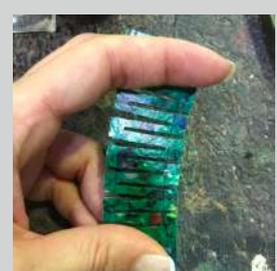


Rotoplast

Calidad B



Calidad A



La Fábrica

Calidad A



Se obtiene poca curvatura, el TPR resulta muy rígido para esta prueba.

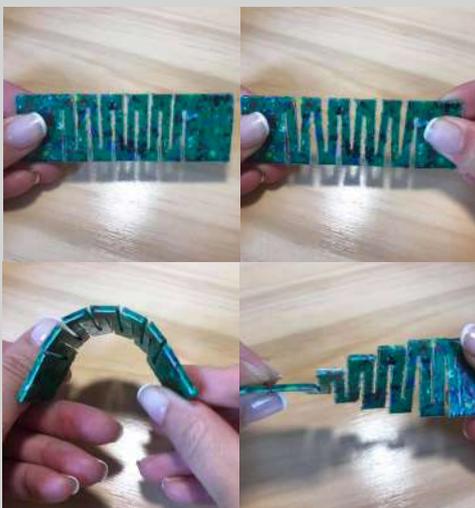
Rotoplast

Calidad B



Se puede apreciar que a diferencia de la calidad A del mismo proveedor, en este caso el TPR permite mayor curvatura, el grosor es similar al anterior, cambia la composición de la molienda, lo que parece ser el elemento que logra mejorar el ángulo de curvatura.

Calidad A

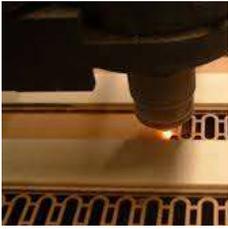


En este caso se consigue generar que el material sea más flexible y se pueda curvar. A diferencia de las demás calidades esta tiene la particularidad de permitir que el TPR se gire en diversas direcciones y se estire.

La Fábrica

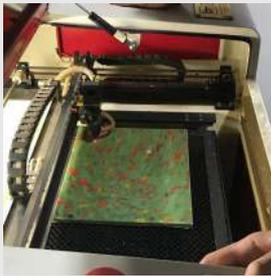


V1



Corte con láser.

Calidad A

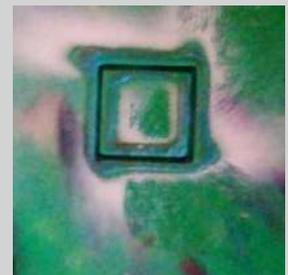
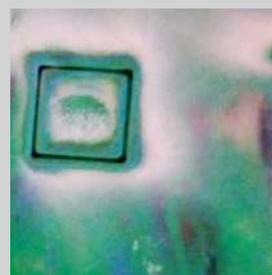
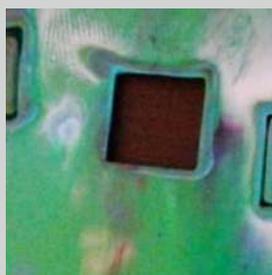
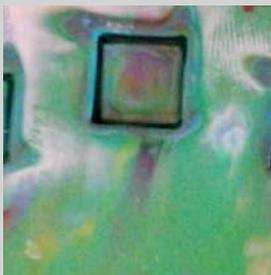


Rotoplast

Calidad B

No hay pruebas de láser realizadas en esta calidad.

Calidad A



La Fábrica

Calidad A



Prueba 1: Potencia 80, velocidad 10-20-15 (se cortó 3 veces sobre el mismo lugar con las diferentes velocidades indicadas en ese orden)

Prueba 2: Potencia 80, velocidad 1

Prueba 3: Potencia 80, velocidad 5

Prueba 4: Potencia 80, velocidad 2

Prueba 5: Potencia 80, velocidad 1 (se cortó 2 veces sobre el mismo lugar en iguales condiciones)

Prueba 5: Potencia 80, velocidad 1 (se cortó 2 veces sobre el mismo lugar, la 2da vez con igual potencia y velocidad 30)

El calor del láser genera que la pieza se corte, pero a su vez genera que el plástico se derrita y vuelva a fusionarse, por lo que solo en la prueba n2 se logra el corte deseado. El resultado no es preciso, genera olores fuertes y gases blancos, por lo que no resulta una técnica recomendable.

Rotoplast

Calidad B

No se realizan pruebas de láser en esta calidad dado que puede contener materiales no plásticos que afecten la maquinaria.

Calidad A



Prueba 1: Potencia 90, velocidad 12

Prueba 2: Potencia 90, velocidad 15

Prueba 3: Potencia 90, velocidad 10

Prueba 4: Potencia 80, velocidad 10

Prueba 4: Potencia 80, velocidad 20

Al igual que en la prueba anterior el calor del láser logra cortar el material, pero el mismo se derrite y se vuelve a fusionar con rapidez. Sin embargo, en este caso al ser más fino el grosor del TPR se logran mejores resultados, en el caso del corte número 2 se obtiene un corte limpio, a pesar de que se aprecia también un borde marcado a su alrededor, lo ideal sería que este no apareciera.

La Fábrica

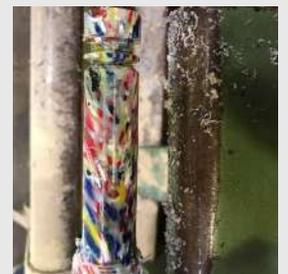


V2-Torno



Torneado del TPR.

Calidad A



Grosor < 1 cm

Calidad B



Calidad A

No se puede tornear materiales con grosores menores a 1 cm.

Grosor > 1 cm

Calidad A



Buena terminación y logro de la pieza. Se recomienda la aplicación de la técnica.

Rotoplast

Calidad B



Ejecución exitosa, se logran buenas terminaciones.

En este tipo de TPR donde la molienda puede contener materiales no plásticos, es recomendable utilizar torno de metal, en lugar del torno de madera para cuidar la maquinaria.

Calidad A

No se realizaron torneados en esta calidad, ya que el torno requiere un grosor mínimo, el cual no existe en esta calidad de La Fábrica Makerspace.

La Fábrica

6.

CONCLUSIONES

6.1 Análisis e interpretación de resultados

Luego de realizar las pruebas mencionadas en los capítulos anteriores se puede concluir lo siguiente:

6.1.1 Router CNC

La utilización del router CNC genera una cantidad importante de residuos del material por dos razones; 1) se debe dejar una distancia entre las piezas a cortar, la cual no puede ser menor al ancho de la fresa utilizada, varía según el grosor de la fresa. 2) Se pierde material cuando la fresa devasta el mismo y se genera una viruta plástica.

Dado que el corte con CNC genera mucho desperdicio de material, en caso de usarse este método, debería efectuarse el reciclado de los residuos. Es esencial mantener limpio el espacio donde se va a realizar el corte y contar con un extractor, que aspire el material sobrante para luego reunirlo y reciclarlo.

La utilización de router CNC es recomendable para realizar cortes y desbastes en los TPR,

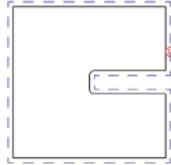
dependiendo del tipo de CNC que se utilice y de la molienda utilizada, el resultado. Cuanto mejor esté fusionada la molienda plástica más preciso y prolijo queda el corte. Por el contrario, cuanto menos fusionado, menos preciso y menos prolijo. Por lo que es importante a la hora de generar un producto seleccionar el TPR, de calidad tipo A, para lograr una mejor terminación en el producto final.

Cuando se dibujan las piezas para ser cortadas con el CNC siempre se debe redondear los vértices para que el corte sea más fluido y más eficiente. A su vez se debe ser muy preciso con las medidas dado que milímetros puede hacer la diferencia entre un ensamble flojo y uno firme.

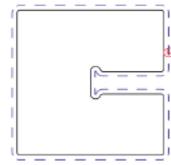
Para que los ensambles cortados con el router CNC encastran bien, se debe continuar un poco el corte para que los radios queden expuestos. Los radios deben ser un poco más grandes que el diámetro de la fresa.

Hay 4 posibilidades para resolver el encastre de las piezas:

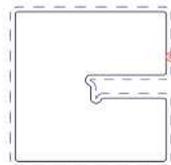
1. Radios esquinados, efectiva para espesores de 12mm o menos



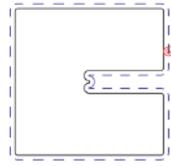
2. Radios en las puntas, quedan a la vista los dos radios una vez ensamblados.



3. Radios colocados uno en la vertical y otro en la horizontal. Queda a la vista solo un radio una vez ensamblada la pieza.



4. Radios colocados en la vertical. No se ven los radios una vez ensamblado. Solo funciona si el espesor del material y el tamaño del ensamble del corte es mayor a 2 diámetros del cortador.



6.1.2 Corte Láser

En cuanto se aplica el corte láser en un TPR, se puede observar que emana un intenso olor a plástico quemado y gases de color blanco. El corte con láser es posible, pero el plástico se derrite y se vuelve a fusionar, por esta razón el material no queda cortado en la mayoría de los casos, en aquellos que se logra cortar el

TPR los bordes quedan derretidos con forma irregular.

A partir de las experimentaciones ejecutadas, se constató que para lograr el mejor corte posible con esta técnica se requiere; realizar más de una pasada del láser sobre un mismo patrón a cortar, la velocidad debe ser alta y la potencia baja, para que el material se derrita lo menos posible. El resultado y la configuración del corte, en relación a la velocidad y a la potencia, va a depender del láser y el TPR utilizados.

6.1.3 Hidrocorte

La utilización del hidrocorte ha sido uno de los grandes descubrimientos de este trabajo de grado, dado que se logran terminaciones aún mejores que con las demás técnicas, como se pudo observar en la experimentación. No necesita de ningún tipo de perfeccionamiento luego del corte, dado que el material queda limpio y liso.

Es un mecanizado para realizar cortes de lado a lado, no permite el desbaste del material. Resulta altamente recomendable para trabajos donde la precisión sea relevante, además no hay límites de grosores.

La calidad del TPR influye en cierta medida,

pero se logran resultados muy similares en la calidad A y B, aunque la calidad A suele quedar en mejores condiciones por la buena fusión de la molienda.

A diferencia de las otras técnicas ésta es más costosa que las mencionadas anteriormente.

6.1.4 Kerfing

La aplicación de la técnica Kerfing en los tableros plásticos resulta exitosa para los TPR de La Fábrica Makerspace, el material acepta la técnica curvándose, sin romperse. Sin embargo, no se logra lo esperado para los tableros calidad A y B de Rotoplast, ya que al aplicarle la técnica el material apenas logra curvarse y en ocasiones incluso romperse.

Las contraindicaciones existentes del kerfing comprenden; debilitamiento del material propio de la aplicación de la técnica y las mencionadas del router CNC, herramienta utilizada para generar el corte. En el caso de utilizar tableros plásticos que presenten un lado rugoso y otro liso, optar por aplicar el kerfing del lado liso, dado que la cara lisa del material está mejor fusionado y es más resistente.

6.1.5 Torno

Se recomienda la utilización del torno de metal o de madera, idealmente el de metal ya que los TPR pueden contener metales. Los resultados fueron excelentes para los TPR de Rotoplast. En cuanto a los TPR de La Fábrica Makerspace se podrían tornearse de manera óptima, si tuvieran un grosor de al menos 1cm, como no cumplen con este requerimiento no se pudo realizar el estudio.

6.1.6 Uniones

Todas las uniones seleccionadas para la experimentación resultaron aplicables a los TPR, como se esperaba, a excepción de la U10 (p. 85) en la calidad A y B de Rotoplast, ya que no se logra pegar los extremos biselados con calor, el plástico se quema al exponerlo excesivamente al calor, lo que tampoco colabora en el pegado de las piezas. A su vez no resulta recomendable este proceso ya que emite gases y olores al derretir el plástico.

6.1.7 Curvados

La aplicación de curvados resulta positiva en líneas generales para los TPR de La Fábrica Makerspace, 5 de los 7 curvados aplicados fueron ejecutados con éxito, a diferencia de

los TPR de Rotoplast, tanto calidad A como B, tan solo 2 de 7 curvados se pudieron ejecutar positivamente, lo que da cuenta, que para aplicar curvados es recomendable utilizar los TPR de La Fábrica Makerspace.

A continuación se presenta una tabla para

exponer las ventajas y desventajas de los procesos aplicados a los TPR:

| Proceso | Ventajas | Desventajas |
|------------------|--|--|
| Router CNC | <ul style="list-style-type: none"> • Precisión y terminaciones prolijas • Permite realizar desbastes | <ul style="list-style-type: none"> • Desperdicio de material |
| Corte láser | <ul style="list-style-type: none"> • Proceso automatizado | <ul style="list-style-type: none"> • Desprendimiento de gases • No garantiza resultados idénticos |
| Hidrocorte | <ul style="list-style-type: none"> • Precisión y terminaciones excelentes • No hay límite de grosor | <ul style="list-style-type: none"> • No permite realizar desbastes • Costoso |
| Kerfing | <ul style="list-style-type: none"> • Logra el curvado del TPR en Calidad A de La fábrica | <ul style="list-style-type: none"> • Debilita el material • No logra curvado de calidad A y B de Rotoplast |
| Torno | <ul style="list-style-type: none"> • Permite moldear los TPR | <ul style="list-style-type: none"> • Requiere un mínimo de grosor de 1 cm |
| Pistola de calor | <ul style="list-style-type: none"> • Permite curvados en grosores menores a 1cm | <ul style="list-style-type: none"> • En grosores mayores a 1 cm quema el plástico • Emite gases |

6.2 Conclusiones

Tras realizar el presente estudio y analizar los resultados obtenidos se puede concluir que: los TPR admiten procesamientos tradicionales de la carpintería, así como algunos más novedosos como el hidrocorte y el corte láser.

No se encontraron antecedentes de estudios de procesamientos y transformaciones de los Tableros de Plástico Reciclado en el Uruguay y por lo indagado en el resto del mundo no se ha realizado un estudio con las características tampoco, por lo que se logró ampliar los conocimientos de los procesos y técnicas aplicables a los TPR mediante intervenciones mecánicas o maquinados. A su vez se generó un material de consulta facilitando y ampliando las posibilidades de producción y diseño.

Se aportó valor agregado a los TPR al abrirse nuevas posibilidades de diseño, los estudios realizados están enfocados para la aplicación en objetos que respeten las propiedades y posibilidades del material. Por dicha razón las

uniones propuestas se ejecutan únicamente con TPR, el objetivo es evitar otros materiales para facilitar el reciclaje a futuro.

Se proveyó de información para que futuros usuarios de TPR tengan presente la importancia hacer buen uso del material, aprovechando al máximo sus propiedades, su vida útil y su disposición final a la hora de diseñar nuevos productos.

Por otro parte, se seleccionaron los TPR de Rotoplast y La Fábrica Makerspace con el objetivo de acceder a procesos y escalas productivas diferentes, logrando así abarcar lectores con posibilidades económicas y productivas diversas.

Así mismo se clasificaron los TPR en dos calidades; la calidad A y la B, los TPR con molienda homogénea y compuestos 100% de plástico son A, los TPR que no poseen una de estas características son B. La calidad de uso recomendada depende de la técnica,

producto o procesamiento a realizar. En líneas generales, se determina que para productos que requieren mejores terminaciones, es recomendable la utilización de TPR calidad A, por el contrario, los productos que no lo requieran pueden utilizar la calidad B. Algunos procesos aceptan cualquier tipo de calidad, mientras que otros procesos requieren que la calidad del TPR sea A, por lo que siempre es mejor utilizar tableros de calidad A y priorizar su fabricación.

La realización del presente estudio llevó a la reflexión sobre la necesidad de comprender que la mejor solución posible para evitar la contaminación generada por residuos plásticos no procesados correctamente, es evitar el consumo de plásticos. A su vez se hace latente la necesidad de revalorizar el plástico que fue desechado y reinsertarlo en el mercado, dado que es una materia prima que se está desperdiciando, y que posee diversas propiedades físicas y mecánicas útiles para diferentes contextos. Los TPR no solucionan el problema de la contaminación del plástico, pero puede ser parte de una transición hacia un consumo más responsable, hacia cambios tecnológicos, económicos y sociales, de aquí

surge la importancia de estudiarlos y explotar al máximo su potencial.

Por último, el estudio realizado se considera un puntapié para continuar ahondando y construyendo en relación a los TPR y a otros temas relacionados como; el reciclaje de plástico, la búsqueda de materiales alternativos al plástico y otros estudios que aporten al cuidado y preservación del medio ambiente.

6.3 Recomendaciones

Se evaluó una vasta cantidad de experimentaciones aplicables a los TPR, para poder hacer viable el presente trabajo de grado, se seleccionaron algunas, otras quedaron pendientes, las cuales se darán a conocer, por considerarse útiles y provechosas para futuros estudios.

- a) Generar moldes y contra moldes, donde se coloquen los tableros calientes para generar curvados.
- b) Controlar la mezcla para generar tableros monocromáticos o símil mármol, logrando así una determinada función estética, lo que resulta interesante para agregarle valor estético al tablero.
- c) Realizar ensayos para obtener materiales con características constantes y certificadas.

Bibliografía

Maldonado, T. (1999). Hacia una racionalidad ecológica. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Infinito.

Edwards, B. (2005). Guía básica de la sostenibilidad. España, Barcelona: Gustavo Gili SRL.

Flusser, V. (1999). Filosofía del diseño. Madrid, España: Editorial Síntesis.

Venturini, E. (2011). Diseño para un mundo sustentable. Reflexiones teóricas y experiencias en Diseño Industrial. Córdoba, Argentina: Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba

Fuentes consultadas

GREEN PEACE, febrero 2, 2019, <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/PRECIOUS-PLASTIC>, marzo 10,2019, <https://preciousplastic.com/>

TROTEC, Junio 06,2019 <https://www.troteclaser.com/es/tutoriales-ejemplos/consejos/tecnica-de-doblado/>

(2018). La técnica del Kerfing: proyecto final de alumna de Universidad de la Empresa. Marzo 1,2019, de Universidad de la empresa Uruguay UDE Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=JyKVIuXPEuw>

Universidad Blas Pascal. Guía para elaborar una tesis. Argentina: Universia. Gonella. (2014). Uniones y empalmes de madera. Abril 14,2019, de SlideShare Sitio web: <https://es.slideshare.net/Gonella/uniones-y-emplames-de-madera>

PRECIOUS PLASTIC. Junio 21, 2019, Search Results for 'kerf'. <https://davehakkens.nl/community/forums/search/kerf/>

Zito, M. (Junio 2014). La ética del diseño sustentable. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación, Junio 12,2019, Sitio web: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_art-text&pid=S1853-35232014000200009&lng=en&tlng=en

LÓPEZ, A. (2019). En Montevideo se reciclan 20 toneladas de basura de 1.700 que se levantan por día. Julio 31,2019, de El País Sitio web: <https://www.elpais.com.uy/informacion/sociedad/montevideo-reciclan-toneladas-basura-levantan-dia.html>

(2017). Tapados por la basura. Julio 31, 2019, de El País Sitio web: <https://www.elpais.com.uy/vida-actual/tapados-basura.html>

Macchi, F. (2019). La guerra contra el plástico. Julio 31,2019, de El Observador, Cromo Sitio web: <https://www.elobservador.com.uy/nota/la-guerra-contra-el-plastico-20191265012>

(2018). Uruguay se suma a la lucha mundial contra la contaminación por plástico más allá del 5 de junio. Julio 31, 2019. Maldonado Noticias Sitio web: <https://maldonadonoticias.com/beta/medio-ambiente/12224-uruguay-se-suma-a-la-lucha-mundial-contra-la-contaminaci%C3%B3n-por-pl%C3%A1stico-m%C3%A1s-all%C3%A1-del-5-de-junio.html>

CEMPRE. Plásticos. Julio 31,2019, de CEMPRE Sitio web: https://www.cempre.org.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=104

Parker, L. (octubre, 2020). Según dos nuevos estudios, para corregir el problema de los residuos plásticos se necesita un cambio fundamental en nuestro planteamiento sobre la fabricación, el

uso y la forma de desechar los plásticos. National Geographic. Marzo 16, 2021. Sitio web: <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2020/10/contaminacion-por-plastico-problema-descomunal-no-es-demasiado-tarde>

Universidad ORT Uruguay. Reciclaje de plástico. Junio 15, 2019. Sitio web: <https://fa.ort.edu.uy/49994/35/reciclaje-de-plastico.html>

MTOVA. (2019). El problema del plástico. Julio 31, 2019, de MTOVA Sitio web: <https://mvotma.gub.uy/novedades/noticias/item/10012036-el-problema-del-plastico>

Geyer, R. Jenna R. Lavender, K. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. Julio 31, 2019, de Science Advances Sitio web: <https://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782>

Caredio, V. (2019). Uruguay recicla solo el 5% de sus residuos y entierra toneladas de gran valor. Julio 31, 2019, de Sudestada Sitio web: https://www.sudestada.com.uy/articleId_efbc9cd9-a075-451d-ba8c-a38a77d9720f/10893/Detalle-de-Noticia

EcoShop. (2019). DONDE RECICLO ?. Julio 31, 2019, de EcoShop Sitio web: <https://www.ecoshop.com.uy/blog/reciclaje-en-uruguay-realidad-que-nos-incluye-a-todos-29>

Palacios, J. El Kerfing: Técnica de ranurado para el doblado de madera, sus variaciones y aplicaciones. Setiembre 18, 2019, de Revista M&M Sitio web: <https://revista-mm.com/taller/kerfing-tecnica-ranurado-doblado-madera-variaciones-aplicaciones/>

Ragan, S.. (2012). CNC Panel Joinery Notebook. Setiembre 30, 2019, de Make Sitio web: <https://makezine.com/2012/04/13/cnc-panel-joinery-notebook/>

Meier, M. (2014). CNC Cut Wood Joinery. Setiembre 30, 2019, de mkmra2 Sitio web: <http://mkmra2.blogspot.com/2014/08/cnc-cut-wood-joinery.html>

Rowell, R.. (2018). WEEK 5: CNC JOINERY, ASSEMBLIES, AND PROJECTS. Septiembre 30, 2019, de ITP Fabrication Sitio web: <https://itp.nyu.edu/fab/subtraction/week-cnc-router/>

Opendesk. (2017). CNC machines and common cut types. Setiembre 30, 2019, de Opendesk Sitio web: <https://www.opendesk.cc/blog/open-call-1-opendesk-for-open-plan>

Opendesk. (2017). Open Call 1: Opendesk for Open Plan. Septiembre 30, 2019, de Opendesk Sitio <https://www.opendesk.cc/blog/cnc-machines-and-common-cut-types>

Opendesk. (2017). Design for Open Making and CNC machines. Septiembre 30, 2019, de Opendesk Sitio <https://www.opendesk.cc/blog/design-for-open-making-and-cnc-milling-machines>

Opendesk. (2017). Digital woodworking- remastering traditional joints. Septiembre 30, 2019, de Opendesk <https://www.opendesk.cc/blog/digitally-remastered-joinery>

WINTERDIENST. (2016). 50 Digital Wood Joints by Jochen Gros. Septiembre 30, 2019, de WINTERDIENST Sitio web: <http://winterdienst.info/50-digital-wood-joints-by-jochen-gros/>

AD Editorial Team. (2016). Fabricación digital: 50 uniones de madera para descargar ahora. Septiembre 30, 2019, de Plataforma Arquitectura Sitio web: https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/797133/fabricacion-digital-50-uniones-de-madera-para-descargar-ahora?ad_medium=widget

David Azoulay (CIEL), Priscilla Villa (Earthworks), Yvette Arellano (TEJAS), Miriam Gordon (UPSTREAM), Doun Moon (GAIA), and Kathryn Miller and Kristen Thompson

(Exeter University). (2019). Plastic & Health: The Hidden Costs of a Plastic Planet. Mayo 12. 2020, de CIEL Sitio web: <https://www.ciel.org/plasticandhealth/>

(2019). ¿Qué es el plástico? febrero 06, 2020, de Isla de Plástico Sitio web: <https://isladeplastico.com/basura/que-es-el-plastico/>

(2014). Plástico reciclado. Julio 26, 2020, de Recytrans Sitio web: <https://www.recytrans.com/blog/plastico-reciclado/>

Economía Circular. Julio 26, 2020, de Ellen MacArthur Foundation Sitio web: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/escuelas-de-pensamiento>

(2019). Compromiso mundial para reducir los plásticos de un solo uso. Julio 29, 2020, de Noticias ONU Sitio web: <https://news.un.org/es/story/2019/03/1452961>

Mariano, J. (2011). Polímeros. agosto 14, 2020, de Tecnología de los Plásticos Sitio web: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/p/sub-indice-los-plasticos.html>

(2019). La ONU lucha por mantener los océanos limpios de plásticos. Febrero 11, 2019. Noticias ONU. Sitio web: <https://news.un.org/es/story/2017/05/1378771>

Índice de imágenes

| | |
|--|----|
| Imagen 1. Pellets de polipropileno | 26 |
| Imagen 2. Reciclaje de botellas de PET | 32 |
| Imagen 3. Contaminación en la playa de Capurro, Montevideo, Uruguay. | 33 |
| Imagen 4. Juegos infantiles generados por TP de Rotoplast. | 36 |
| Imagen 5. Molienda plástica clasificada por el tipo de plástico. | 39 |
| Imagen 6. Molienda colocada sobre bandeja para llevar al horno. | 39 |
| Imagen 7. Horno. | 39 |
| Imagen 8. Máquina de enfriamiento. | 40 |
| Imagen 9. Resultado del proceso de fusión y enfriar el plástico. | 40 |
| Imagen 10. Presadora. | 40 |
| Imagen 11. La Fábrica Makerspace | 42 |
| Imagen 12. Picadora de plástico | 43 |
| Imagen 13. Colocación de la molienda en plancha de serigrafía | 43 |
| Imagen 14. Pesaje de la molienda | 43 |

| | |
|---|----|
| Imagen 15. TPR de la Fábrica Makerspace | 43 |
| Imagen 16 Router CNC de La Fábrica Makerspace | 44 |
| Imágen 17 | 88 |
| Imágen 18 | 90 |

Anexos

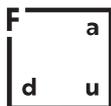
Valeria Carozo

Licenciatura en Diseño Industrial opción Producto

2021



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Facultad de Arquitectura
Diseño y Urbanismo
UDELAR



Escuela Universitaria
Centro de Diseño

Contenidos

| | |
|---|----|
| Entrevista Alejandro Martínez | 3 |
| Entrevista a Enrique Fernández de Rotoplast | 10 |
| Acerca del kerfing | 16 |

Entrevista Alejandro Martínez

Encargado de Disposición final en Ceibal.

Nosotros desde Ceibal, desde nuestro lugar apoyamos la investigación, que se ponga cabeza en lo que es la reutilización y que lo que son desechos pasen a ser materia prima de (...), y después capaz que lo que generamos al principio es feo, ni siquiera termina siendo tan funcional, pero lo importante es el concepto.

La primer coca cola era horrible, el primer avión se cayó, pero lo más importante es seguir, seguir desarrollando y termina en algo que está bueno.

Tolo que tenemos por ahora es algo incipientes, en un mercado que no ayuda, porque si esta empresa estuviera puerta de salidas, donde vendiera 10 mil mesas sería más fácil, hay recursos. Acá no entonces la lucha a veces se pone brava porque por más que nosotros incentivemos, hagamos una muestra de una mesa, de un florero, de un banco, pero llega un momento que esa empresa debe pagar impuestos, producir, si no produzco mucho no vivo, no sobrevivo. Entonces hay momentos en lo que se pone bravo y se nos tranca un poco.

¿Los costos de producir con TPU, son muy altos?

No, no es que sean altos los costos, pero si no tenes puertas de salida no hay producto posible. A su vez compite con la madera, que es un material que todo el mundo conoce, ya se cuanto va a durar, ya se como se va a comportar. Entonces yo soy un comprador de.. y me ofrecen lo mismo un poco mas barato, yo me inclino por el material tradicional que ya lo conozco, y yo le puedo explicar que esto está bueno, porque estamos reciclando, pero la persona va a querer que le asegures que le rinda que le dure, y eso no lo sabemos aún, porque es un producto nuevo, ahí hay una pelea, que no es tanto nuestra, sino de mercado, que ahí nosotros no nos metemos. Apoyamos la investigación y que todo esto circule, pero a la hora del negocio nosotros nos corremos y aplaudimos si se hace, pero es cuestión de otro.

¿Cómo fue la iniciativa de hacer el plan piloto?

Nosotros habíamos generado ciertos productos con TPU.

Arrancamos de cero, Ceibal reparte equipos, durante un tiempo acopio materiales, por una cuestión de volúmenes y un día dijimos bueno debemos gestionar este material que tenemos. Se encontró un proveedor, en este caso Werba, que es uno de los mayores proveedores de este tipo de materiales, ellos son capaces de gestionar el volumen que nosotros generamos, entre 12 y 15 toneladas al mes de residuos que nos vienen de todo el país, los equipos de recambio, si es que no podemos aprovechar algún repuesto y por otro lado los repuestos. Por ejemplo en Artigas devuelven un micrófono roto viene hasta nuestro depósito, nada se va para afuera, sino que en teoría todo se viene para adentro, a Werba, si llegan equipos, ellos lo separan los metales, aluminios, cables y después cada parte tiene su proceso, en el caso de los metales ellos manejan no ferrosos, si son ferrosos se los dan a Laisa, eso es un negocio de

ellos, Laisa lo funde y hace barillas.

No es nada loco pensar que un varilla de hierro que está hoy en alguna casa, cooperativas, parte es metal de Ceibal. En cuanto a los cartones, que parece que era poca cosa el cartón en donde van las cosas, pero representa el 5% de lo que mandamos, es mucho volumen, eso lo gestiona Hernán, lo otro se exporta porque acá no hay tecnología como para gestionar eso, no hay volumen no hay mercado.

¿Y qué sucede con las pantallas están dentro de lo que se manda al exterior a reciclar?

Las pantallas, claro, hasta hace un año, perdón hace 3 años se picaban y se mandan a vertedero, y dijimos no esto es una locura, más allá de que se hicieron estudios, exiliados no había problema se picaban y se mandaban, no era un desastre ambiental, pero pensamos no podemos hacerlo más. Se empezó a acopiar en Werba hasta que consiguieron una empresa y se le cuestionó acerca de qué certificaciones tiene, la idea no era

sacarnos esto de encima sino seguirle un poco la línea, para ver qué pasa con eso, esto de las pantallas capaz era de los más delicadito en cuanto a lo ambiental en conjunto con las baterías. Las baterías son otro tema también, hasta ahora habíamos hecho una exportación a estados unidos, de baterías también con la misma historia de cuidados ambientales, y de qué va a pasar estábamos preparando otra exportación que iba a ser a Francia, se complicó porque más allá el destino, es el transporte, nadie quiere agarrar ese viaje, y siguen estando acá. Hoy tenemos una cantidad de toneladas importantes, pero por ejemplo ahora que venimos de ahí Werba está pensando y haciendo todas las investigaciones para instalarse acá una planta, para ellos procesar, por lo menos primariamente las baterías, sería un golazo. A la medida que nosotros somos capaces de valorizar esos materiales, es mejor que mandarlos, valorizamos acá vemos que podemos hacer. Si van a instalarse esperamos para procesar este volumen acá, son cosas que van progresando y dinamizando, entonces una decisión

que tomamos hace 6 meses capaz ahora ya no es buena o hay que re verla. Por eso el tema es bueno, porque es siempre muy dinámico. El aluminio va a España, el aluminio hoy que anda en la vuelta, el 95% del aluminio es reciclable, ya no se extrae tanto, sino que se recicla porque acepta, un montón de veces de reciclaje el aluminio. Las plaquetas a Bélgica, las plaquetas es lo que más valor tiene, de las placas madre se saca oro plata, y materiales valiosos, hay como 5 plantas en el mundo, creo que no es tan fácil, pero sí que se saca más oro, de una tonelada de plaquetas y de RAE, que de una mina, lo que es minería urbana, que saca en teoría más que si vas a abrir una mina, que son procesos caros, pero bueno existen.

El plástico en principio se exportaba, ahora también se exporta porque tenemos un volumen importante, pero en la medida que el petróleo se abarató, el plástico también, entonces es una cuestión coyuntural y porque está bueno empezamos a investigar a ver que se podía hacer en plaza, hoy tenemos 3 líneas una que es el plástico con calor y presión, una mezcla de plásticos, acá hay un

porcentaje de ceibal y de otros plásticos, de cualquier manera el concepto es lo que importa, si es ceibal y de otros no importa tanto. Después tenemos otro que es como un aglomerado en frío que ese si es 100% ceibal que es plástico más una resina y que eso es permeable, el otro es impermeable y no compiten, son cosas complementarias. Este sirve como para hacer mobiliario, se comporta como madera y el otro sirve para pavimento, hicimos una rampa de accesibilidad, está de prueba en una escuela de por acá cerca, está bárbara ósea se mantuvo, sigue estando a la intemperie, pudimos ver como se comportaba, si se rompía, sino se rompía, si se desgranaba, sino se desgranaba, está impecable la verdad y esa es otra tecnología y después hay una tercer que se está trabajando hace poco que es con arena y calor y hace como una especie de mezcla hacen bloques para la construcción, es la gente de Florida que está armando, todo eso con pruebas del latu. El latu hace pruebas de resistencia de inflamabilidad nosotros lo que queremos que hagan las pruebas necesarias como para que si vamos a

utilizar algo sepamos que, por ejemplo si vamos a hacer un banco, que el niño no se va a caer. Hay pruebas que son como básicas.

El programa emprendetec tiene que ver con los centro Cea, que los centros cea, son escuelas que al lado se le puso una UTU, para que en contextos críticos, el niño no abandone la educación, en este caso la utu, un bachillerato. A raíz de estos materiales que ya teníamos, como generamos contenido educativo, porque ceibal, no hace bancos ni mesas, no es eso lo que hacemos, pero sí generar material educativo, entonces a partir de esto como excusa se le planteó a los chiquilines, este es el material, las placas, y que cada uno hiciera un trabajo con metodología de diseño, que estudiaran el lugar y estudiarán que necesidad querían cubrir de su centro y aparte fue, unos hicieron un tablero de basketball, porque se les había roto, entonces hicimos un tablero, conseguimos los aros, hicimos cosas muy diversas, un bancos unas sillas un laberinto, un juego de niños que era un barco, un vernáculo, era variado,

cada uno resolvía como quería. Entonces hicimos un taller inicial de prestación de esto después ellos se juntaban y plantean, el qué y el cómo, en una instancia de videoconferencia con un diseñador nuestro que los ayudaba y orientaba para que no se fueran mucho y a su vez que tenía en cuenta las prestaciones del material, las cosas que se podían hacer y las que no, después tuvimos una visita a la planta, esto chiquilines fueron en grupos, las escuelas iba a verba y visitaba toda la clase. Se le daba una clase de los tipos de materiales y de cómo era el proceso desde que llegaba a una máquina una parte hasta que salía, eso está buenísimo porque los ubicaba en la dimensión real de lo que estábamos hablando y esto tiene que ver, para nosotros, en la parte educativa, porque, no es que yo te regalo una maquina y no me importa no la cuida, la rompo, se me rompe, o me la cambias por una nueva y no vale nada, eso tiene un costo ambiental pasa algo con eso entonces y , si se rompio el microfono, esto hay que gestionarlo, todo tiene un valor, entonces hay que generar conciencia crítica. Esto fue en cardona

que era uno de los lugares en donde se instaló un banco un tablero, todo ellos por ellos incluso las maquetas.

Después que estaba todo eso, ese caudal de información , al final se les instalaba todo, de ver cuál era el proceso de cómo se generaban las cosas y porque la empresa hacia las cosas. Fue un plan piloto que se hizo en el 17 y en el 18 no se hizo porque estamos en una etapa de investigación de este otro material, el otro que el es un aglomerado, es una financiación de ONUDI, un bloque que es para generar legos redondo, para hacer las mismas intervenciones, le damos los bloques a los gurises que tienen el encastre redondo para que pueda tener movimiento, puedan hacer mesas, sillas maceteros, con el mismo criterio. Es decir, presentamos un material, que es este, vean que pueden hacer y generamos la misma dinámica de aprendizaje y de generación de conciencia crítica, del trabajo en equipo. En este tránsito en la escuela 255 de Ravignani, una chica que se llama Luna, presentó que había que hacer una rampa de accesibilidad,

y pensamos hay que hacerlo, si bien no estaba en ese marco, el razonamiento era divino, entonces no podíamos no hacerlo y bueno se hizo.

El material tiene que ver con eso, seguimos en investigación, estamos viendo el sistema de la inyección de ABS a molde. Las laptops son de polycarbonato y las tablets de ABS. Vamos a ver de generar fibras de ABS para las impresoras 3D y la otra que estamos manejando, es que Ibirapitá planteó una necesidad de soportes de tablets para los jubilados, y está bueno porque una cosa es investigar con una empresa, hacerla gastar y después, no sé si va a haber un consumo masivo de eso y otra cosa es queremos generar 100 mil apoya tablets, entonces investiguemos esto para la venta de 100mil, estamos planteando algo más potable para las empresas. Los materiales son distintos un porcentaje de ceibal y de otros plásticos que eso es secreto de la empresa que no tienen porque pasarlo.

El grosor varía según la plancha, ellos le dan el grosor que quieren, hay un mínimo

y un máximo. No te deja hacer cosas muy finitas, y ahí ya iríamos a hacer la inyección a molde que ahí sí se puede.

¿Se puede acceder a este material?

No lo vende, están armando casas con ese material, van a hacer un supermercado en progreso, todo con plástico y están con un programa de un banco de plaza y un a inmobiliaria para hacer 10 casa y con posibilidad de hacer muchos más, están muy atareados.

Nosotros también tenemos un par de propuestas para hacerle, pero es difícil.

Ellos no venden placas, intentan vender productos finales.

Yo quiero comprarles placas, porque tenemos un proyecto de hacer un Domo geodésico, que es una semiesfera, que es una construcción sustentable ecológica, del lado de la energía y otros, es la misma gente que hizo la escuela Sustentable de Jaureguiberry, no llamaron para ser parte y queremos colaborar dándoles de estas planchas para que hagan paredes o lo que sea, y tengo que comprar placas, estoy viendo como hacer para que me las

vendan que no les gusta mucho.

Nos plantearon la idea de un balneario del interior de hacer las letras, como las de montevideo, con plástico reciclado, proponerle a ellos hacerlo con estas placas, a ver qué les parece.

El otro material que se hace con resina es como si hicieras portland arena y agua, lo hacemos con moldes y encofrados y ahí se rellena, no tiene más historia que eso.

Sabes quien hace también algo parecido, no en nuestro plástico, sino con tapitas, ahí en Enlace (refiriendose a la Fábrica Makerspace), generaron unos borradores para las escuelas y otras cosas con moldes, ellos calientan y hacen cosas con moldes chicos.

Entrevista a Enrique Fernández de Rotoplast

Fundador y Gerente General.

-¿Cómo surgió la idea de generar tableros de plástico reciclado?

Todo empezó con el aglomerado en frío, se generó una baldosa con esa mezcla y seguimos investigando con eso, y cuando fuimos al LATU hacer pruebas, nos encontramos con otros que hacían placas, entonces los contactamos y después hay mucho de curiosidad de parte de Ceibal, estamos buscando muchas opciones, llamamos a Cteplas, la cámara de plástico a ver si podíamos hacer cosas con este plástico que tenemos, y nos contactamos con las empresas, para ver que hay.

Natalia Burjel hace dos o tres años hizo unos muebles, la tesis en general todo lo que hizo no lo se, fuimos a la ORT a la charla final, y estuvimos hablando. Le hicimos un par de muebles y cosas que ella pidió

Sobre el material, todo lo que son plástico, todo lo que veas, todo lo que sea plástico,

partes de sillas de plástico, herramientas, una pc, todo lo que sea plástico, menos las botellas de PET, como la de Coca-Cola, por dar un ejemplo, las demás va todo, bidones de aceite, todo lo que es plástico todo. Después se clasifica en la parte de molinos, por un lado los productos a lavar que llevan doble o triple lavado, que son los productos con aceite, y todo ese tipo de cosas que le quedan restos, por otro lado los productos de limpieza, que tienen jabón y lavandina, por mas que sean cosas de limpieza, hay que lavarlos porque tienen químicos, llevan dos o 3 lavados, depende de lo que sea.

Hay una empresa que trabajó en conjunto con nosotros que se llama Vidoentrade y todo lo que viene de material va todo para esa empresa, esa empresa se encarga de lavar todo ese material, clasificarlo y molerlo, y después lo que traen a nosotros es material molido y separada por el tipo de material, después enes ABS, PVC, polietileno, polietileno de alta y baja densidad, hay un un sinfín de materiales

que inventan, incluso a veces para un producto específico hacen mezclas de plásticos, si solo le ponen ABS la forma no la mantiene entonces lo mezclan con otra cosa, por eso plásticos aparecen de todo tipo, pero las bases son las mismas. Todos esos plásticos los clasifican por el plástico que tienen como base, los muelen y los lavan y luego viene para acá. Cuando hay chances de separar por color, porque viene una partida de 500 tarritos de color blanco, se separan, cuando viene todo entremezclado, no hay manera de separarlo.

Después que llega acá el material, se pasa por un fulón o a veces por una zaranda para sacarle toda la tierra, porque en el sistema de comprimido del material, si tiene tierra o polvillo entre medio de plástico y plástico no se junta. No debe tener nada de aire, ni de suciedad entre la unión entre los plásticos picados.

Todos los plásticos se derriten a diferentes temperaturas y si pasan de determinada temperatura queda negro, porque se quema, entonces ahí está la

cuestión de cómo poner los plásticos, cuáles, y qué porcentaje poner, porque hay muchos que las temperaturas de uno derriten otros, según la temperatura que tengan, no es el calor del horno lo que hace que el plástico se derrita a veces, sino que el calor de otros plásticos que lo están tocando hace que se derritan y que no llegue a la temperatura que tiene que llegar.

Antes nos dedicamos a el Rotomoldeo y tuvimos que hacer un timonazo porque ya se veía que no se venía bien, los mercados se van terminando, llego a su fin.

Las uniones que manejaban eran mecánicas y encastrés probaron pero el cnc era caro, se puede hacer pero a la hora de sacar un precio que sea competitivo en el mercado no llegas a los precios que tenes que llegar.

Plan ceibal hace un año pido hacer 100 mesas para regalarle a una escuela, cuando se hizo el presupuesto, llevaba 30 días cortar las tablas de las mesas con CNC, no eran cuadradas, tenían una

forma cuadrada. EL hecho de que el CNC estuviera cortando las mesas llevaba un mes, había que tener personas al lado. Cuando hicimos los números era una mesa que valía 25.000 pesos, una mesa de madera te sale 5000, como mucho. Igual con el castre se puede hacer si

-¿Probaron hacerle kerfing?

Se le puede hacer, no lo probamos pero si se puede.

Hicimos una prueba de doblado, pero esto con esta tabla partió, lo hicimos con calor, partió por el material, es 100% polietileno. Hicimos esa prueba para hacer una bacha para un baño.

La fresa del CNC hay que trabajarla despacio porque si va a mucha velocidad derrite el plástico, pero si va a una velocidad normal corta bien.

Hicimos una maqueta de un pupitre con CNC, queda mejor en las curvas cuando se corta con CNC. Lograr a mano se logra, pero no es lo mismo.

En una casa no nos sirve absolutamente de nada el CNC. Cuando trajimos la máquina la idea era hacerle toda la parte de arriba de las ventanas, como moldura, después nos dimos cuenta que era inviable porque demoras más.

-¿Las paradas eran huecas?

No, llevaban hormigón solo abajo

-¿Cual es la capacidad de producción de la empresa?

5 toneladas por semana

Con dos hornos y trabajando a pleno, podemos llegar a las 8 o nueve toneladas semanales, trabajando día y noche. Y estaríamos sacando 30 placas por día

-¿Cuántas placas necesitan para hacer una casa?

Depende de la casa pero digamos que más o menos, si es una casa de 60mts cuadrado, lleva unas 70 placas aprox, lleva una buena infraestructura, con un gasto de 20/25.000mil dolares.

-¿Cómo es el proceso de producción de las placas?

Se tira toda la molienda para acá adentro (bandeja, que luego entra en un horno) y se mete en el horno que llega a los 400 o 500 grados, normalmente se usa en los 200, luego se mueve a una parte de enfriamiento, con unos rieles, que comienza a transpirar y luego se dejan las planchas, con un peso arriba para que no se deformen

-¿Qué anchos manejan?

La bandeja tiene 1,27 y 2,45, pero el corte final 1,22 por 2,40

Se trabajó todo igual que la madera, las herramientas, todo igual.

Si dejas en una mesa la parte de arriba hecha de placa y dejas un restante para afuera sin apoyo, con el paso del tiempo tiene a bajar, a curvarse, no termina de ser rígido rígido el material, es como que sigue queriendo adaptar la forma, por la gravedad, es lo único que no hemos

podido arreglar.

-¿Tiene algún tratamiento superficial?

No, pero capaz a alguna para probar se le puso cola vinílica, pero no se le pone en general.

-¿Se puede volver a reciclar?

Si, el proceso es el mismo, se granula y vuelve devuelta para acá

Propiedades de los Tableros Plásticos Uruguay generados por Rotoplast

Las propiedades fueron brindadas por Rotoplast SRL, quienes hicieron las pruebas juntos con el LATU.

Físicas

Densidad 0,85kg/cm³

Resistencia a la tensión en el punto de deformación 250kg/cm²

Módulo de flexión 1000kg/cm²

Resistencia al impacto 20kg/cm²

Temperatura de ablandamiento 124°C

Temperatura de fragilidad 70°C

Excelente resistencia ambiental

Resistencia a la tracción y al choque

Excelente dureza superficial

Sin tendencia a la corrosión por Tensiones

Impermeable

Humo color negro

Estabilidad frente a productos químicos tales como; ácidos o álcalis débiles

Condicionamiento estable frente a: Alcohol, Ésteres, Cetonas, Aceites y Grasas

Térmicas

Máxima temperatura de servicio 75°C

Punto de reblandecimiento 130°C

Máxima resistencia a baja temperatura -75°C

Mecánicas

Dureza Shore: 65

Esfuerzo a tensión: 30.3Mpa

Elongación para ruptura 800%

Módulo de tensión: 0.93Gpa

Módulo de flexión: 0.97Gpa

Resistencia al impacto: 525kg/m²

Estéticas

Textura rugosa, se puede lijar y la textura se transforma en lisa

Se perciben la molienda, al utilizar un

solo color se disimula

Material

Polipropileno y polietileno de alta densidad reciclados. El color y la textura pueden variar de acuerdo al producto plástico original. Las propiedades del tablero pueden variar de acuerdo al tipo de polímeros, impurezas en el mismo y a la cantidad de veces que se ha fundido el material.

Mantenimiento

No hace falta hacerle mantenimientos, de todas formas acepta pintura con mantenimiento periódico

Duración

Su deterioro es casi imperceptible manteniéndose en buenas condiciones de uso. Tiene una vida superior a la de la madera, concreto y acero, en condiciones de intemperie, de humedad, salina y ácida.

En espesores mayores a 15mm no se deteriora con rayos UV.

-¿Cómo funciona el router CNC?

Su funcionamiento consiste en ingresar los diseños en vectores que puede ser realizado en programas como; Indesign, Illustrator, AutoCAD, FreeHand, Rhinoceros, Inventor, Google Sketchup, en el Router CNC, donde el sistema de control numérico, el cual que permite controlar la posición de un elemento físico en tres ejes: X (largo), Y (alto) y Z (profundidad), comenzará a devastar el material con una fresa, la cual es intercambiable según las necesidades de producción.

Es considerada una de las máquinas más versátiles para el corte en tres y dos dimensiones sobre cualquier tipo de superficie. Permite la materialización de diseños e ideas que anteriormente sólo se quedaban plasmados en el papel, por la falta de las herramientas para el corte en ciertos detalles.

Acerca del kerfing

El kerfing provee una solución fácil y práctica para el doblado de madera con fines no estructurales. Es una técnica flexible que se puede ejecutar con una gran variedad de equipos como ruteadoras, sierras sin fin, caladoras de banco, escuadradoras, seccionadoras, sierras circulares o con un router CNC¹.

Consiste en realizar una serie de cortes perpendiculares, en dirección de la curva deseada, para reducir el espesor del material lo que incrementa su flexibilidad, en lo que se denomina la membrana y permite que exista el espacio necesario, entre cada costilla, para que la madera se doble. Los espacios vacíos resultantes de cada corte pueden ser rellenados con piezas de madera, pegamento, caucho o textiles para efectos estéticos y/o

funcionales.

Los parámetros del corte serán definidos por el tipo de material a trabajar, por lo general se utiliza madera siendo el MDF, el triplex y la madera sólida, los materiales idóneos. En el caso de este trabajo de grado, haremos pruebas con los Tableros Plásticos.

Como regla general, entre más cerca las ranuras una de otra, más cerrada será la circunferencia y más fluida su superficie pero también tendrá menor resistencia estructural. Por el contrario, entre mayor grosor tengan las “costillas”, la pieza presentará una menor flexibilidad y un fraccionamiento más pronunciado en su superficie causado por la diferencia de flexibilidad entre el grosor de las costillas y la delgadez de la membrana al curvar la pieza. La membrana al ser maleable intentará seguir la curva, pero las costillas al ser mucho más rígidas no se deforman, lo que dará como resultado una curva fraccionada en planos que deben ser lijados.

¹ El Router CNC es una máquina controlada por una computadora y su función es realizar cortes de forma automatizada. Las trayectorias de los cortes son controladas mediante un sistema denominado de control numérico, que envía desde el ordenador las coordenadas del corte con una excelente precisión.

