

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
Departamento de Hábitat y Desarrollo Urbano

Sustentabilidad del hábitat

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)
PAP Materioteca y Sustentabilidad



XXX Programa de Diseño de Tecnología Apropiaada y su Aprovechamiento en
Núcleos Económicos Locales
Desarrollo de Nuevos Materiales

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes
Ing. Biotecnología. Elisa Espinoza Valdez
Ing. Mecánica. Pablo Toledano Bonilla
Ing. Química. Erendira Elizabeth Munguia Bejarano

Profesor PAP: Mtro. Luis Enrique Flores Flores, Mtra. Jared Jiménez, Mtro.
Enrique Cueva

Tlaquepaque, Jalisco, junio de 2019

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	2
1. Introducción.....	2
1.1. Objetivos Generales	2
1.1.2 Objetivos Específicos	3
1.2. Justificación.....	3
1.3 Antecedentes.....	4
1.4 Contexto	5
2. Desarrollo	6
2.1. Sustento teórico y metodológico	6
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto	8
3. Resultados del trabajo profesional.....	37
4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto	45
5. Conclusiones.....	48
6. Bibliografía.....	50
Anexos (en caso de ser necesarios)	51

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una modalidad educativa del ITESO en la que el estudiante aplica sus saberes y competencias socio-profesionales para el desarrollo de un proyecto que plantea soluciones a problemas de entornos reales. Su espíritu está dirigido para que el estudiante ejerza su profesión mediante una perspectiva ética y socialmente responsable.

A través de las actividades realizadas en el PAP, se acreditan el servicio social y la opción terminal. Así, en este reporte se documentan las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo del proyecto, sus incidencias en el entorno, y las reflexiones y aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

El presente trabajo describe el proceso que se llevó a cabo en el PAP Materioteca y sustentabilidad durante el verano 2019, en el proyecto de Desarrollo de Nuevos Materiales, para la creación de un producto (cuchillo) a partir del PET reciclado, recuperado de la universidad ITESO.

Dentro se encontrará información sobre propiedades del material, características, usos, así como procedimientos experimentales necesarios para el proceso de inyección. También contiene la metodología utilizada durante el proceso de diseño y la ruta de maquinado para la manufactura del molde a utilizar para la inyección del cuchillo.

1. Introducción

1.1. Objetivos Generales

El objetivo del proyecto de Desarrollo de Nuevos Materiales es desarrollar un nuevo producto basado en el modelo de economía circular, se busca aprovechar los residuos de

plástico PET generados dentro de la universidad ITESO, continuando con el desarrollo del diseño y la manufactura de los cubiertos por medio de inyección.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para lograr el objetivo de este verano, es necesario plantear dos líneas de trabajo, con el fin de facilitar la comprensión de lo que se va a hacer y tener una mejor organización:

- **Diseño del cubierto**

El fin de esta es el rediseño de cubiertos y las placas de inyección para posteriormente obtener la ruta de maquinado de molde para el cuchillo.

- **Materiales y Análisis**

En esta segunda línea de trabajo se pretende analizar las propiedades de los materiales, estandarizar los formatos internos del proyecto para facilitar su uso y el ACV del proceso, realizar un estudio del arte de los materiales que serán utilizados en este proyecto, así como encuestas, que nos proporcionen información valiosa para el diseño del cubierto.

1.2. Justificación

Al vivir en un mundo con sobrepoblación, es muy claro que las necesidades humanas van en aumento y las reservas son cada vez más escasas, el acceso a los recursos básicos se vuelve cada vez más complejo, ocasionando tensiones en la sociedad. México es el décimo país más poblado del mundo con aproximadamente 129 millones de personas y se prevé que aumente a 147 millones para el 2030, por lo que replantear una mejor gestión de recursos, será una tarea clave para garantizar que cada una de las personas que habitan en el país, tengan acceso a los recursos más básicos para subsistir (Petroquimex, 2018).

Actualmente el sistema de producción en México se basa en un modelo económico lineal, donde cualquier producto, es vendido, utilizado y finalmente desechado como residuo. Este modelo se ha implementado por más de un siglo, por lo que ha traído consigo un enorme

impacto ambiental, no solo en el agotamiento de recursos, sino también en la generación de toneladas de basura (Martínez & Porcelli, 2018).

Debido a esto, lo que se busca es un modelo circular que ayude a contribuir al cuidado del medio ambiente, buscando que al llegar a la etapa de “fin de ciclo de vida” de un producto, sus componentes puedan ser reciclados, para formar un nuevo ciclo de producción de cero desechos, y fortalecer el desarrollo sustentable del país.

De acuerdo a UI GreenMetric World University Ranking de 2018, la universidad ITESO se posiciona en el segundo lugar de universidades públicas y privadas de México, que ha desarrollado e implementado estrategias para reducir la degradación del medio ambiente, y los efectos que el cambio climático pueda traer a nuestro país. Con base en una investigación realizada en primavera 2016, se sabe que la comunidad desecha al semestre más de 19 mil botellas PET y que se utilizan más 250 mil cubiertos únicamente en la Cafetería central (ITESO,2019).

Por eso, en el PAP de *Materioteca y sustentabilidad* busca generar un cambio para impactar nuestro futuro, dándole una nueva forma de vida, a todos los desechos PET que se generan en la universidad, por medio de una innovación que permita reducir el impacto ambiental que producen nuestras actividades diarias como estudiantes.

1.3 Antecedentes

El proyecto de cubiertos inyectados con plástico PET reciclado grado alimenticio (RPET) nace desde semestres anteriores con un propósito en común de erradicar el uso de productos desechables en el ITESO.

Desde entonces se han hecho avances considerables para acercarse a un producto que sea reutilizable y generado de recursos reciclados. Partiendo de un análisis de línea de reciclaje en el ITESO hasta el semestre anterior que se hicieron las primeras pruebas de inyección de

RPET, el desarrollo y mejora de diseño de cubiertos en programas de diseño CAD para la producción de placas de molde, con el objetivo de generar cubiertos de plástico reciclado que permitan ser reutilizados y evitar que sean desechados como todos los demás cubiertos que se ofrecen en las cafeterías de la universidad.

Se tenía planeado en semestres antepasados que el cuchillo y la cuchara estuvieran incluidos en el mismo cubierto. En el semestre anterior (primavera 2019) se decidió, por medio de una encuesta, que se separarían estos cubiertos y que se enfocarían en el desarrollo del tenedor y el cuchillo que son los más usados actualmente y por lo tanto los más desechados.

Los resultados obtenidos del semestre pasado fueron principalmente el desarrollo del diseño de moldes y del portal moldes, aunque no se hizo ningún diseño final maquinable. El otro avance considerable fue la inyección de plástico para la producción de un llavero con PET y RPET con el propósito de obtener muestras de probetas para poder hacer pruebas mecánicas sobre el material y descubrir cuales son las proporciones adecuadas para que la mezcla proporcione durabilidad y resistencia al cubierto.

1.4. Contexto

En México el uso del plástico forma parte de la vida cotidiana de los habitantes, se utilizan prácticamente en todo y debido al mal manejo, y la gran falta de concientización debido a su uso, se ha generado un serio problema con los desechos que generamos. En la última década se ha producido más plástico que es toda la vida del planeta. Vivimos en una sociedad consumista, con una tendencia de un modelo económico lineal, por lo que el plástico que utilizamos solo tiene un solo y después se desecha.

De acuerdo con la (UNAM, 2018), se estima que en México se producen 300 millones de toneladas al año, de la cuales solo el 3% se recicla, y una gran parte del desecho termina vertido en ríos, mares y playas. A pesar de que México es el segundo país del mundo con

mayor consumo de PET, de acuerdo con ECOCE, en el 2017 el consumo nacional fue de 768,000 toneladas de PET al año; También se presume como líder de reciclado en toda América latina, recuperando el 58% de PET que se produce.

La industria del reciclado de PET en México es un éxito, poco a poco la sociedad comienza a tomar conciencia sobre las consecuencias de su consumo desmesurado. La recuperación del material se está empezando a comercializar, donde gracias a las tecnologías se están desarrollando nuevos productos de alto valor.

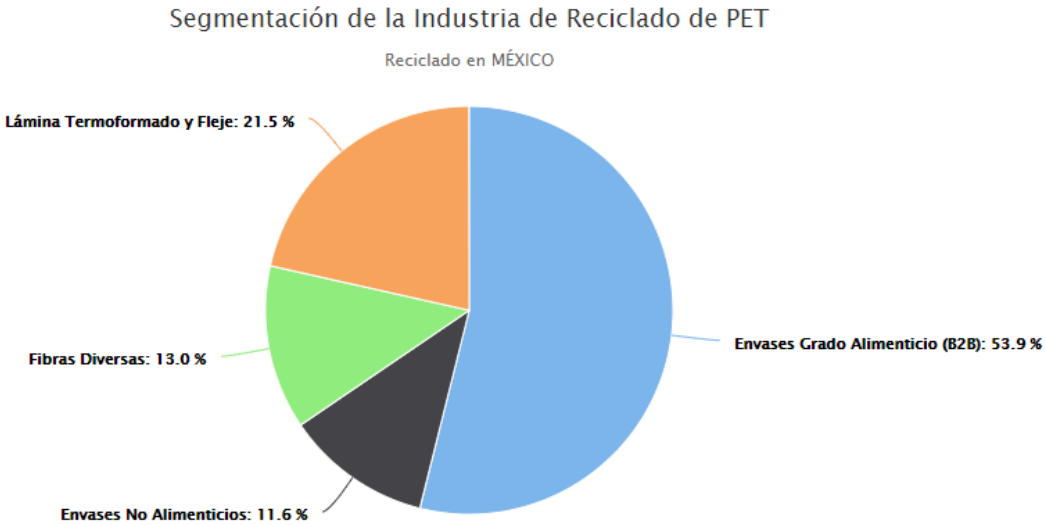


Figura 1. Industria de reciclado de PET en México.

En la figura 1 se muestran los principales productos que se desarrollan a partir del PET reciclado en México, siendo el PET de grado alimenticio nuestro principal interés, solo que, enfocado a cubiertos, en especial el cuchillo.

2. Desarrollo

2.1. Sustento teórico y metodológico

El PET (tereftalato de polietileno) es un termoplástico de cadena lineal, con una estructura cristalina variable². Es un material que se usa ampliamente debido a su fácil manejo y características, sus usos principales son para empaque de alimentos y bebidas, aunque se utiliza en otros campos se le estudia para otros usos en la construcción. El incremento en la

innovación de los usos de este termoplástico se debe a que su uso extendido genera grandes cantidades que pueden ser recicladas y destinadas a otros usos.

El PET virgen es el resultado de la reacción de la policondensación entre el ácido tereftálico y etilenglicol, entre sus principales características destacan:

- Alta resistencia al desgaste mecánico
- Alta resistencia química y térmica
- Barrera ante contaminación por CO₂
- Reciclable

El PET es un material naturalmente higroscópico, lo que quiere decir que absorbe humedad del ambiente entre sus moléculas, debido a esto para poderlo procesar en extrusión o inyección es necesario un proceso previo de deshumidificación y precalentamiento, esto con el fin de disminuir la humedad dentro del polímero y a la hora de su termo-formación evitar la aparición de burbujas de humedad que afectan las características de los productos. Para su secado es importante el control de la temperatura y tiempo, ya que las altas temperaturas contribuyen a la degradación térmica del PET.

PetONE, proporciona a ITESO un material que ellos llaman RPET, este material es PET reciclado y tratado de manera especializada, para que tenga la característica de un material de grado alimenticio aprobado por la FDA. En comparación con el PET virgen las diferencias más observables son en la cristalinidad que es una medida de la capacidad de transparencia del material ya termoformado.

La siguiente tabla muestra las propiedades de dos clases de PET con posibles usos de grado alimenticio.

Tabla 2. Propiedades de RPET grado alimenticio. (Adaptado de PetONE, NA).

Propiedad	Valor	Limites	Unidad
Viscosidad	0.82	±0.02	dl/g
Densidad	880	±80	Kg/m ³
Punto de Fusión	240	±20	°C
Cristalinidad	50	Min 40	%

Humedad	0.2	N/A	%w
Acetaldehído	1	N/A	ppm
Benceno	0.1	N/A	ppm
Tolueno	1	N/A	ppm

Tabla 3. Propiedades de PET virgen MB912. (Adaptado de DAK Américas, 2012)

Propiedad	Valor	Limites	Unidad
Viscosidad	0.84	±0.02	dl/g
Densidad	870	N/A	Kg/m ³
Punto de Fusión	245	N/A	°C
Acetaldehído	3	N/A	ppm

En comparación de ambas resinas, se deduce que el RPET de PetONE es un candidato ideal para hacer artículos o empaques grado alimenticio, ya que las propiedades son similares a las del PET virgen utilizado en procesos de inyección de botellas para bebidas carbonatadas y empaques primarios de alimentos. El único punto de duda es la cristalinidad, debido a que si se necesita un producto translucido el RPET no es el candidato ideal, pero para productos opacos es una buena opción.

En el ITESO se cuenta con un equipo para la inyección de plástico, se tiene una trituradora, un desecadora parcialmente funcional, y la propia inyectora de 90 toneladas de presión.

2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

- Descripción del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar un nuevo producto que pueda ser reutilizado, a partir del PET que se genera en ITESO que cumplieron con su ciclo de vida, e implementar un modelo de economía circular, al generar un nuevo uso de los desechos, en este caso cubiertos, donde en este verano se enfocara especialmente en la creación del cuchillo.

- Plan de trabajo

El proyecto está dividido en dos grandes vías de trabajo: Diseño del cubierto y Materiales y análisis.

La primera vía, Diseño y materiales, tiene como objetivo lograr la realización del diseño de cubiertos en programas de diseño asistido por computadora (CAD) para poder generar, por medio de software, la simulación de la ruta de manufactura de las placas de molde para su inyección en RPET.

Se busca que, una vez logrado el diseño de dichas placas de molde con las siluetas de los cubiertos, con apoyo del profesor Adrián Torres Navarrete empecemos el maquinado de dichas placas en el taller de ingeniería mecánica. Se generarán las placas en material Aluminio 6061 y de manera que puedan ser utilizadas con el porta moldes universal perteneciente al departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales (PTI) en la universidad ITESO.

De manera cronológica al desarrollo del proceso de diseño se empezará un proyecto de investigación, la segunda vía de trabajo, análisis y ACV, el cual tiene como objetivo conocer e identificar las propiedades mecánicas, químicas y funcionales de la mezcla producida entre plástico PET y RPET. El propósito de esto es conocer el material a inyectar en la máquina de inyección de plásticos y poder deducir de manera científica cual sería la proporción adecuada de ambos materiales para poder asegurar una buena inyección en el molde, y así generar un producto reutilizable y por lo tanto resistente.

Este proceso se acompañará también del reconocimiento de normas internacionales establecidas para poder generar comparativas y pruebas sobre los materiales a utilizar. Dichas pruebas serán realizadas dentro de los laboratorios de ingeniería mecánica del departamento PTI en la universidad ITESO y tendrán como propósito generar información confiable sobre el material generado para sus futuras aplicaciones y una descripción de sus propiedades.

Paralelo a esto, también se iniciará el desarrollo del análisis de ciclo de vida del material generado, formulando fichas técnicas sobre las etapas y descubrimientos encontrados en

el proceso de diseño de placas de inyección, fichas o reportes que describan metodologías o procesos de pruebas en laboratorio, así como el análisis de resultados y las conclusiones que se generaron a lo largo de las vías de trabajo.

- Desarrollo de propuesta de mejora

Diseño:

El proceso de diseño fue una de las 2 vías de trabajo que se desarrollaron a lo largo de este periodo de verano 2019. Como fue mencionado anteriormente, el propósito que debía cumplir esta vía de trabajo era corroborar y mejorar el modelo CAD del cuchillo generado en los semestres anteriores, así como también, desarrollar las placas de inyección para el molde.

Se comenzó el proceso de diseño analizando el modelo CAD del cubierto (cuchillo) hecho en los semestres de otoño 2018 y primavera 2019, durante este análisis se identificó el proceso que se siguió para generar la geometría final del cubierto. La conclusión de este análisis fue que el cubierto no se diseñó pensando en su funcionalidad y manufactura, sino que se enfocó en generar un producto ergonómico y bonito.

Al principio se buscaba utilizar el modelo del cuchillo propuesto en semestres anteriores para no generar modificaciones en el diseño. Sin embargo, durante la inspección del cuchillo se hicieron presentes detalles en su geometría que complicarían bastante su manufactura en las placas del molde, así como también en su resistencia. En la imagen 1 y 2 se muestra el diseño del cubierto y vistas a detalle en las partes de la geometría mencionadas.

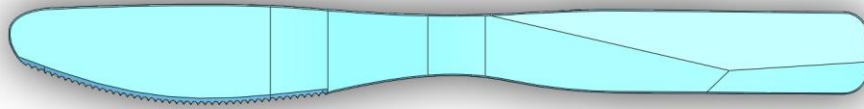


Imagen 1. Vista superior de cuchillo primavera 2019

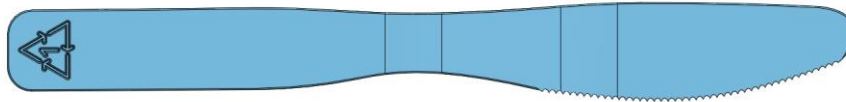


Imagen 2. Vista inferior de cuchillo primavera 2019

Al observar el modelo podemos darnos cuenta de que tiene un diseño muy estético, sin embargo, no se consideró que la zona donde más se concentrarían los esfuerzos es la parte más delgada de su geometría, al centro del cuchillo. Esto se debe a que el mango del cuchillo siempre está sujeto por la mano y la punta y cuchilla son los que ejercen esfuerzos sobre el cuchillo haciendo la parte del medio la más susceptible a la ruptura.

Continuando el análisis sobre el cuchillo, también llamó mucho la atención el tamaño de los dientes en la cuchilla. A continuación, en la imagen 3 se muestra en detalle las dimensiones de los dientes:

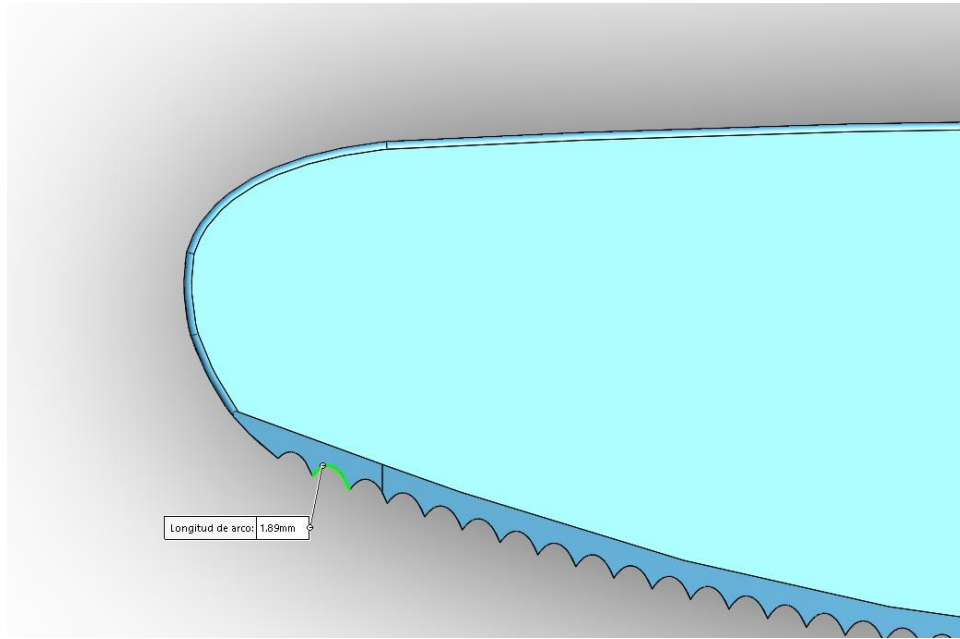


Imagen 3. Vista de detalle de cuchillo primavera 2019

La medida de arco de los dientes era menor a 2mm, lo cual lo convertía en algo prácticamente imposible de manufacturar con las herramientas disponibles en el taller de mecánica en la Universidad ITESO.

Al final de la navaja del cuchillo también se presentaban geometrías que dificultaban el maquinado del molde para la pieza:

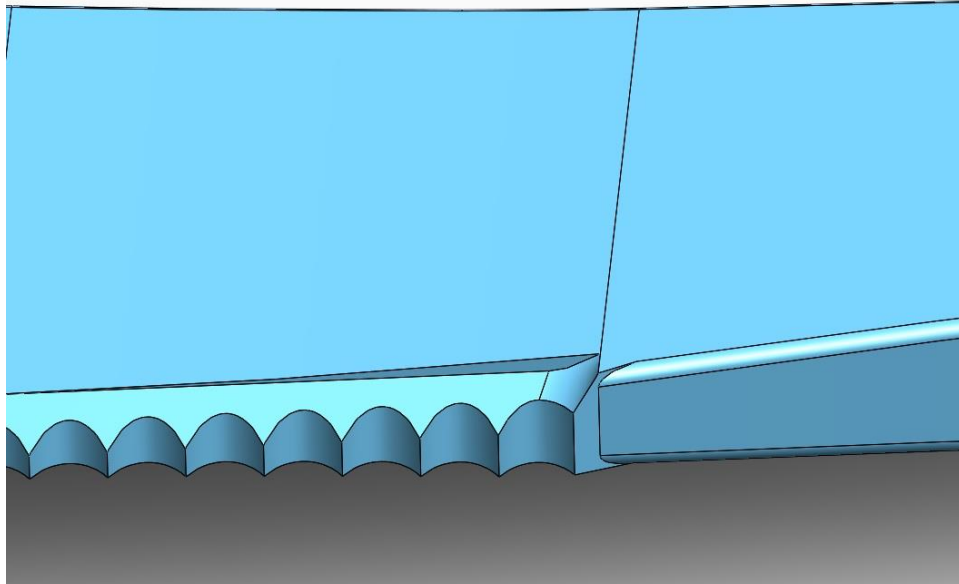


Imagen 4. Vista de detalle de cuchillo primavera 2019 (1)

Podemos observar redondeos encontrados con paredes rectas que vuelven casi imposible a cualquier herramienta de desbaste realizar este diseño.

El cuchillo mostraba una asimetría, debido a la manera en la que se diseñó la navaja, por lo que dificultaba el desarrollo del molde. Podemos observar como en el plano YZ la navaja no es simétrica en la parte inferior y superior del cuchillo, sino que está cargada hacia el lado inferior. Para la producción de moldes es preferible generar dos partes iguales.

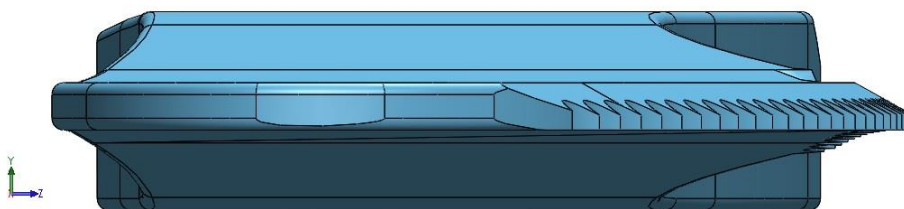


Imagen 5. Vista de detalle de cuchillo primavera 2019 (2)

Por último, se hizo presente la preocupación por el espesor que presentaba la cuchilla a toda su extensión, el valor de 1mm de espesor se consideró por Pablo Toledano Bonilla (Diseñador) y Adrián Torres Navarrete (Asesor de molde) insuficiente para satisfacer las necesidades de un cubierto reutilizable.

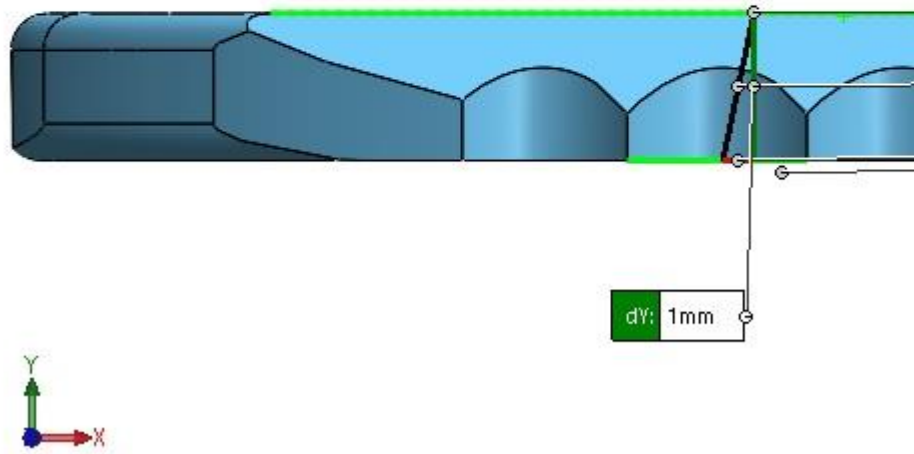


Imagen 6. Vista de detalle de cuchillo primavera 2019 (3)

Es importante mencionar que la geometría de este modelo fue producida con operaciones del programa y no diseñadas por medio de croquis y líneas lo cual complicó mucho la modificación de sus parámetros como espesor y longitud. Debido al gran problema que proporcionaba la edición del mismo archivo se comenzó por generar un nuevo diseño del cuchillo por parte de Pablo Toledano. Se buscaba que este cuchillo tuviera una geometría que facilitara su molde y que tuviera una rigidez mayor en toda su estructura, pero sin que el cuchillo perdiera su ergonomía.

Al tratarse de un proyecto que no disponía de mucho tiempo como lo es en un semestre completo, se inició el diseño partiendo de los planos y croquis del modelo pasado.

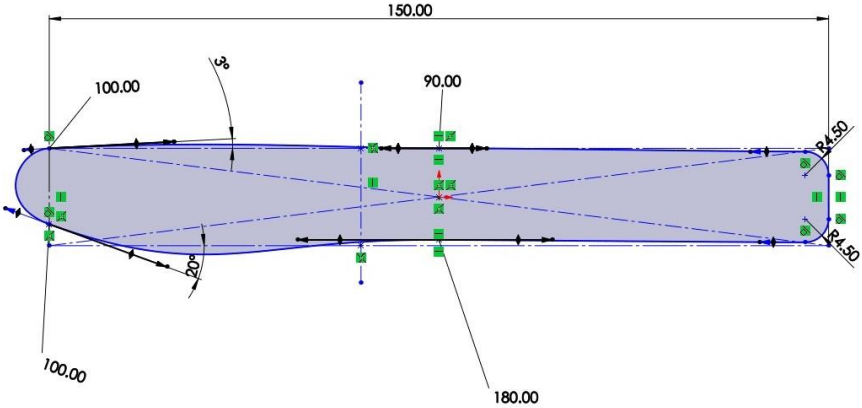


Imagen 7. Plano inicial de cuchillo primavera 2019

Podemos observar la poca complejidad del diseño en su primer croquis, esto nos indica que la mayor parte de la geometría del cuchillo fue producida con operaciones del mismo programa SolidWorks.

A continuación, se muestra el plano inicial del modelo generado por Pablo Toledano.

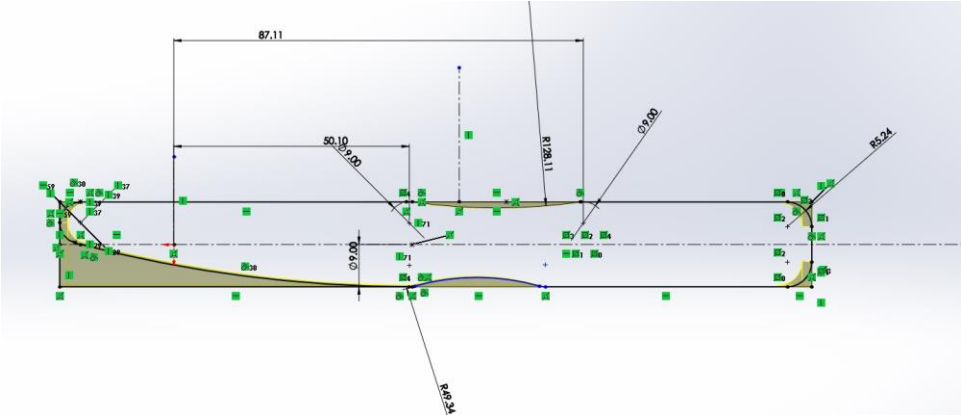


Imagen 8. Plano inicial de cuchillo verano 2019

Se hacen notar la cantidad de relaciones y de medidas indicadas para definir la forma inicial del cuchillo, esto nos permite generar cambios en la geometría después y que el programa

no tenga problemas reconstruyendo el modelo correctamente. En cuanto más definido esté el modelo le dará más datos con los cuales trabajar a nuestra computadora.

El proceso de diseño se basó en corregir los problemas del modelo previo que se mencionaron en los párrafos anteriores. Esto implicó facilitar la ruta de maquinado para el molde y generar un cuchillo que ayudara a su manufactura, reforzar los espesores del cuchillo, eliminar modificaciones al diseño por operaciones del programa, corregir los dientes de la cuchilla o navaja y generar una simetría en el producto. Quedó claro que para poder obtener estos privilegios era necesario generar un sacrificio en la imagen del diseño y en la ergonomía del diseño; a continuación, se muestra el diseño final del cuchillo nuevo.

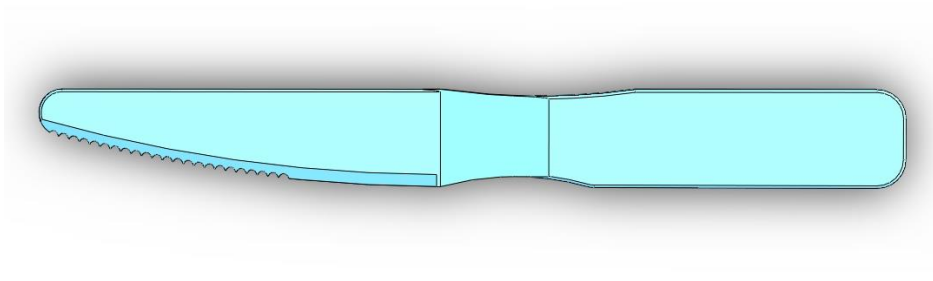


Imagen 9. Vista superior de cuchillo primavera 2019

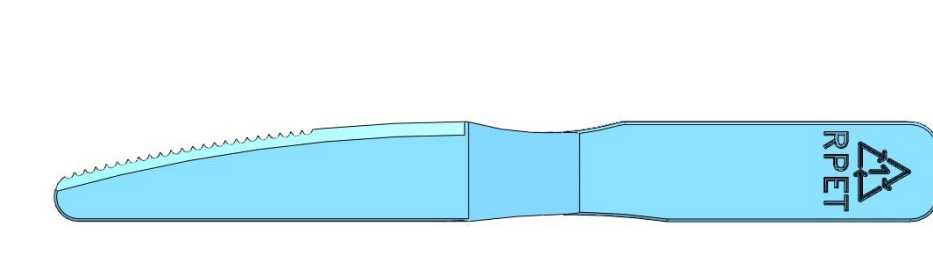


Imagen 10. Vista inferior de cuchillo primavera 2019

El espesor de la cuchilla aumentó a 2mm y el espesor del mango aumento a 5mm.

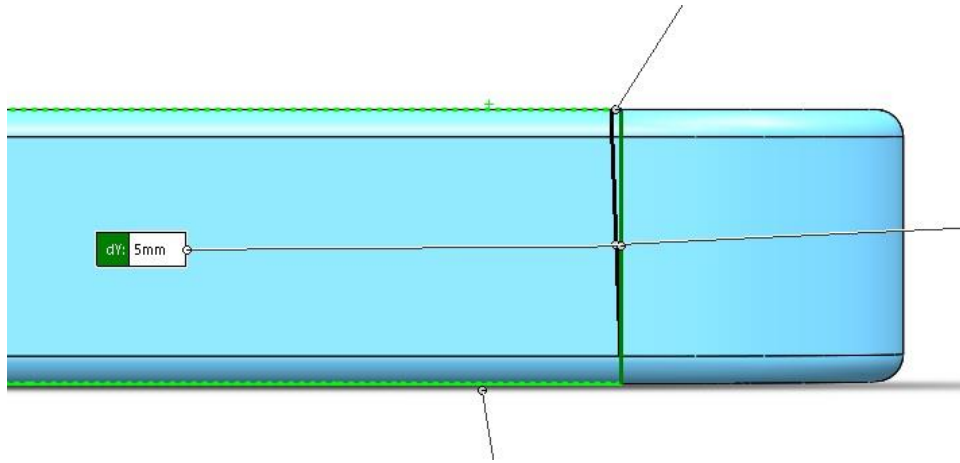


Imagen 11. Vista de detalle de cuchillo Verano 2019

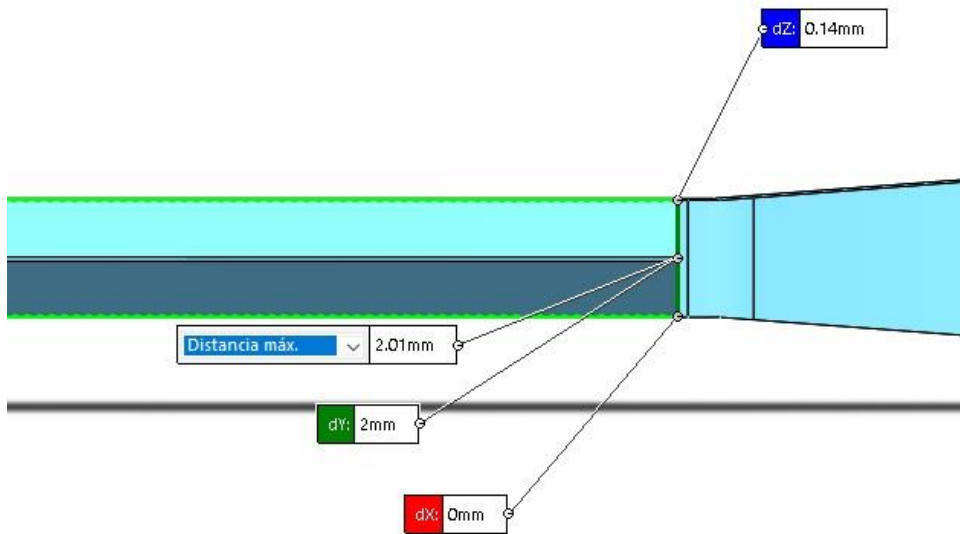


Imagen 12. Vista de detalle de cuchillo Verano 2019 (2)

Se agregó estéticamente la simbología de plástico reciclado y las siglas RPET que se refieren a plástico PET reciclado específicamente.



Imagen 13. Vista de detalle de cuchillo Verano 2019 (3)

Con las modificaciones hechas en el modelo se procedió a corroborar su funcionalidad por medio de simulaciones de esfuerzos. Se asignó el material PET (virgen) debido a que el programa únicamente tiene este material y sería el acercamiento más acertado para simular PET reciclado. También se tomó en cuenta en estas simulaciones de esfuerzo a tensión que el límite de esfuerzo a la tensión del PET es variante y no se puede asumir homogéneo en todos los plásticos.

Para realizar esta simulación fue necesario asumir que el mango del cuchillo no sufriría deformaciones debido a que, en una aplicación real, esta parte del cuchillo sería sujeta por la mano del usuario. En las caras planas del mango, donde se encuentra el símbolo de RPET se utilizaron sujeciones de rodillo que permitían su desplazamiento en el eje Z, se hizo lo mismo en los costados de la navaja para simplificar.

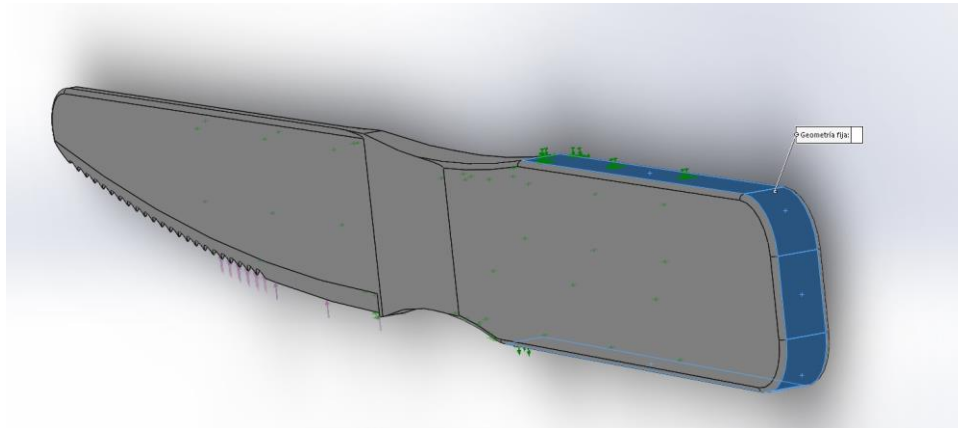


Imagen 14. Sujeción de cuchillo Verano 2019 en simulación

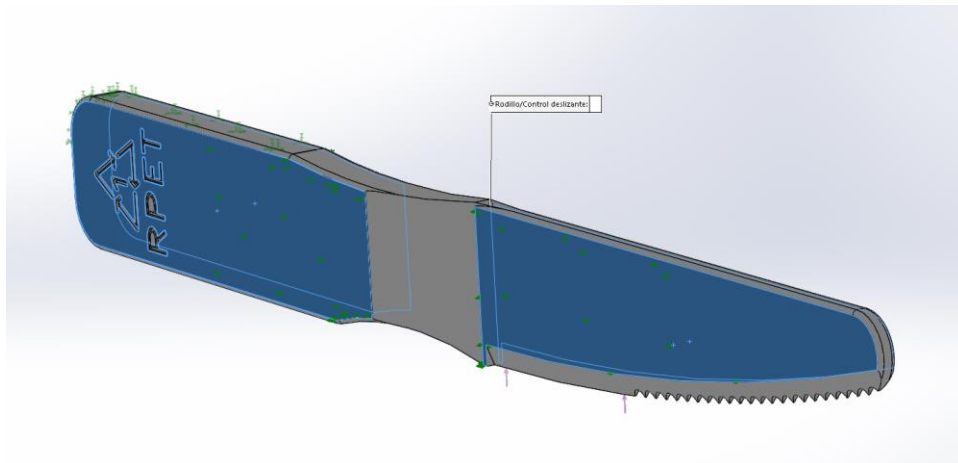


Imagen 15. Sujeción de cuchillo Verano 2019 en simulación (2)

En ambas imágenes se indica el tipo de sujeción agregada en cada cara del modelo.

Después se agregó las cargas estáticas distribuidas en la navaja y cuchilla del cuchillo axialmente positivas en el eje Z, esto para simular cuando se corta algún alimento. Se pueden notar en donde fueron las cargas por las caras de color azul.

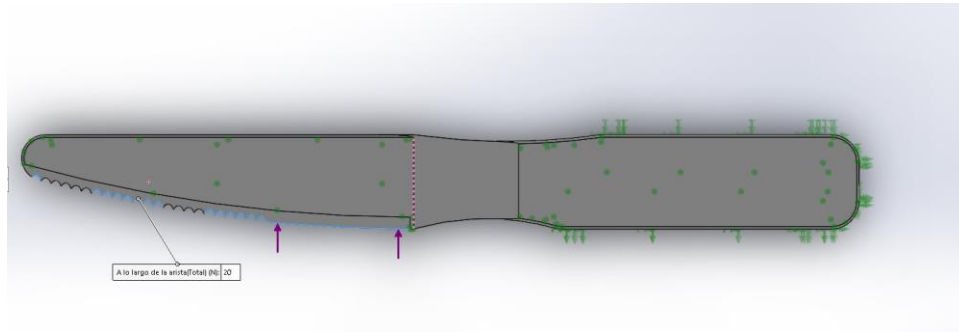


Imagen 16. Cargas estáticas en cuchillo Verano 2019 en simulación

Para concluir la simulación se asignó un análisis de grandes desplazamientos debido al material implementado (PET) y se generó una malla sencilla en el diseño como se muestra a continuación.

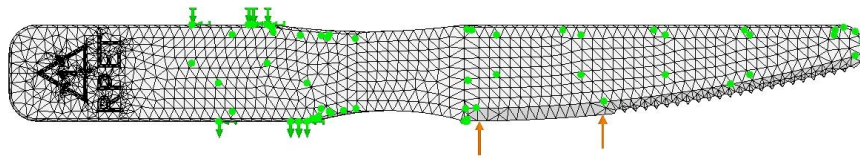


Imagen 17. Mallado de cuchillo Verano 2019 en simulación

Una vez hecha la malla se ejecutó la simulación la cual tardó aproximadamente 20 minutos en solucionarse y mostró los resultados presentados en el siguiente apartado.

Los resultados fueron adecuados para un cubierto reutilizable y, debido a que el diseño ya había sido aceptado por los evaluadores y también cumplió los requisitos de simulación, procedimos a hacer el diseño del molde.

El proceso utilizado para poder generar la geometría del cuchillo dentro de las placas de aluminio consistió en un moldeado por ensamble y cavidad. Dicho proceso funciona ingresando los componentes del ensamble en SolidWorks para asegurar un posicionamiento adecuado, y al gusto, del cuchillo. Una vez posicionado el cuchillo en el

modelo de la placa, por medio de relaciones de posición, procedemos a generar la edición sobre el modelo de la placa y usando el menú de herramientas seleccionamos la operación de cavidad para que el modelo de la placa obtenga la geometría del cuchillo.

Este proceso viene ejemplificado en un video tutorial para el cual el link está en el archivo “To do list” de la carpeta de OneDrive de Materioteca de verano 2019. Debido a la alta complejidad que demandaría realizar la descripción del tutorial escrita se recomienda se refiera a observar el tutorial para una mayor comprensión del proceso de diseño.

Los modelos de las placas fueron desarrollándose al par de los cambios implementados en el cuchillo. La versión final para poder proceder a la etapa de maquinado fue la siguiente.

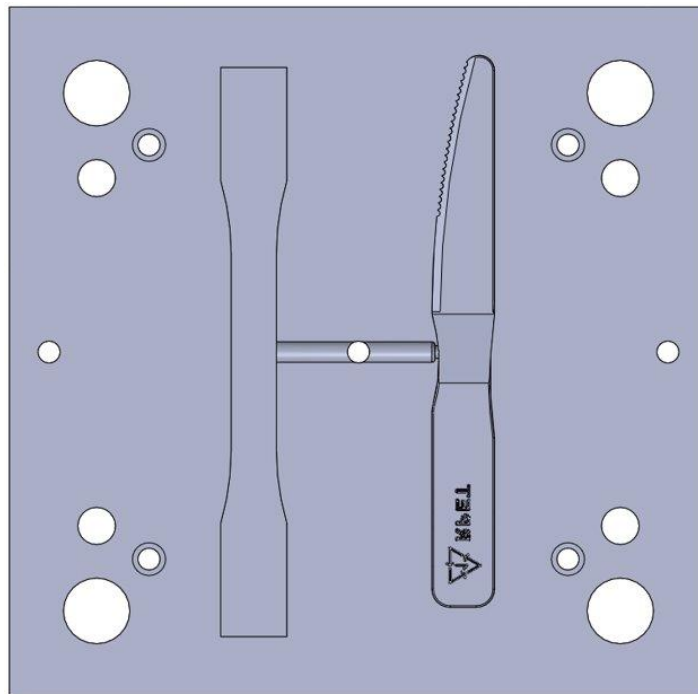


Imagen 18. Molde del cubierto y probeta

Podemos observar en el modelo la geometría de la parte inferior del molde, en esta parte además de poder observar la geometría, o cavidad, del cuchillo también se puede ver una segunda figura en forma de hueso. Dicha figura es la probeta tipo 1 de la norma ASTM D638 para la prueba de resistencia de plásticos en la máquina de ensayos universales.

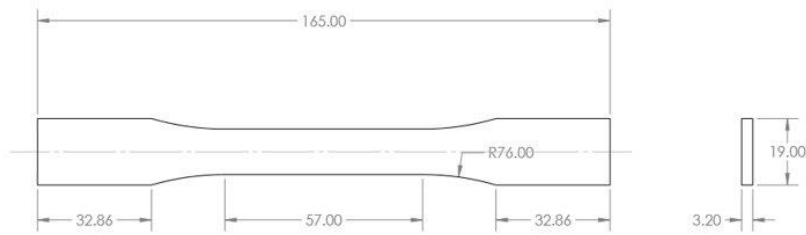


Imagen 19. Planos de Probeta

Dicha probeta ayudará a poder generar análisis normativos sobre la resistencia que pueden proporcionar los diferentes plásticos y materiales propuestos por los integrantes del PAP en futuras generaciones.

Además de las concavidades para cuchillo y probeta, observamos distintas perforaciones que tiene la placa. Algunas de ellas, como las perforaciones grandes de las esquinas, son para el posicionamiento adecuado de las placas. Otros son para sujeción de la placa al porta molde por medio de tornillos de $\frac{1}{4}$ de pulgada. Por último, podemos observar los canales de inyección que comunican ambas cavidades en la placa

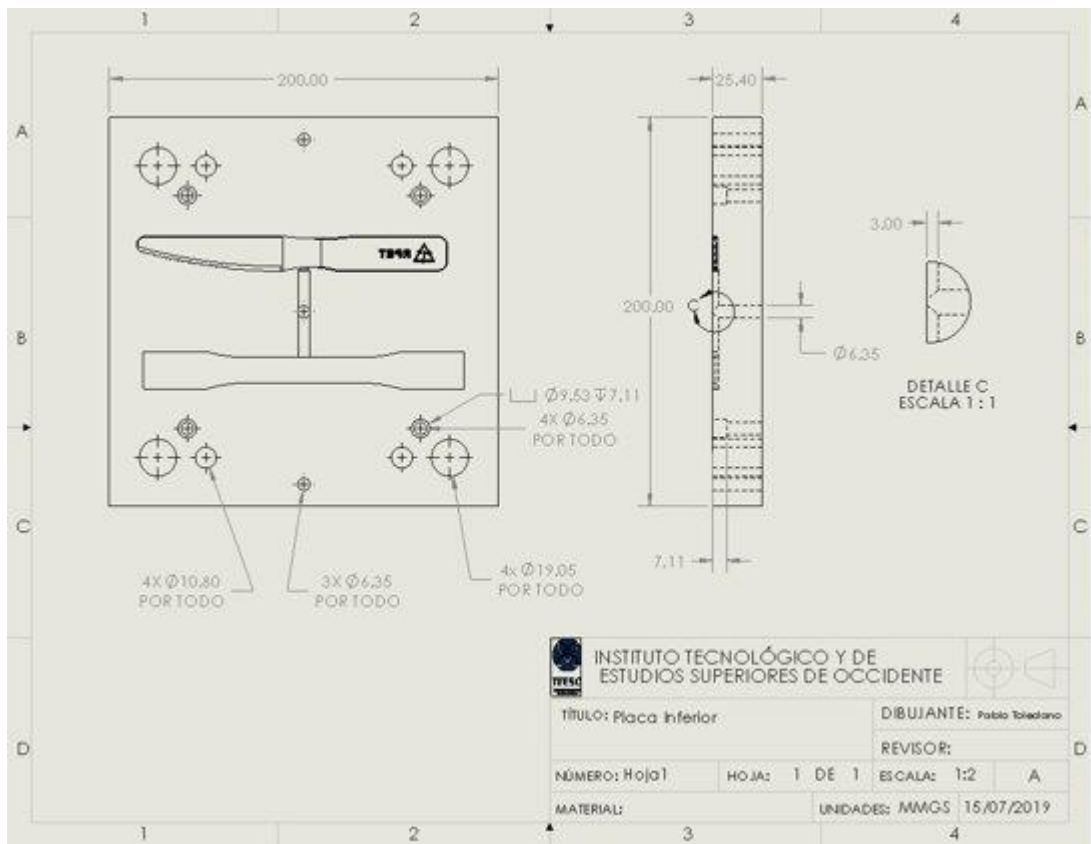
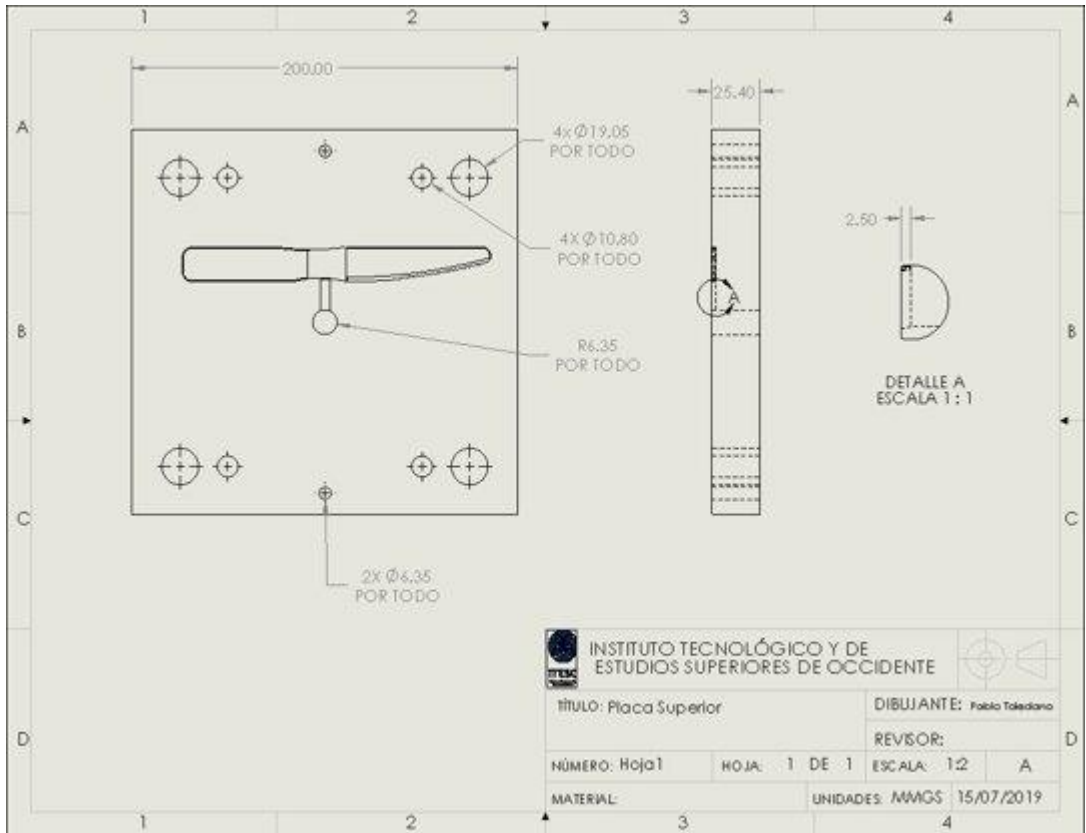


Imagen 20. Planos finales

El modelo propuesto por Pablo Toledano fue aceptado y aprobado por el asesor de diseño y manufactura, Adrián Torres Navarrete, y se procedió a generar el maquinado de ambas placas al taller de ingeniería mecánica del departamento PTI en la universidad ITESO.

Se partió la etapa de manufactura de la pieza midiéndola en la máquina fresadora usando un palpador de bordes electrónico, así como también tomando referencias para poder designar el origen al centro de la pieza.



Imagen 21. Maquinado de la placa

El proceso fue simultaneo para ambas placas, superior e inferior, ya que la máquina en la cual se trabajó permitía la sujeción de ambas placas en la misma mesa de trabajo, pero podríamos tener referencias dimensionales y operacionales distintas.

Se comenzó el proceso con una operación de careado en las placas, con la intención de generar una planicidad en las caras de las placas. Esto sirve para que al momento de juntarlas no haya fugas de material entre ambas partes.



Imagen 22. Desbaste del molde

Esta operación se llevó a cabo utilizando una herramienta de desbaste con buril adaptada para el uso en una máquina fresadora CNC. Dicha herramienta fue proporcionada y hecha por Adrián Torres Navarrete y tenía un diámetro de desgaste de 44 mm el cuál era perfecto para poder eliminar mucha área del material en el momento del careado.

Cabe mencionar que las operaciones para programar el maquinado por medio de fresadora CNC fueron desarrolladas usando la herramienta de diseño SolidCam del programa SolidWorks, las rutas de maquinado para todas las operaciones hechas sobre las placas se generaron a base de los modelos de diseño 3D propuestos por Pablo Toledano Bonilla. Las rutas de maquinado fueron hechas por Adrián Torres Navarrete al momento que fueran necesitadas y no con anticipación por parte del asesor.

Se procedió entonces con la siguiente operación, el desbaste inicial de concavidades. Dicho proceso tiene como objetivo eliminar bruscamente material en la geometría de los productos para que las herramientas más delgadas y delicadas puedan después desbastar una capa de material menor y con mayor detalle.

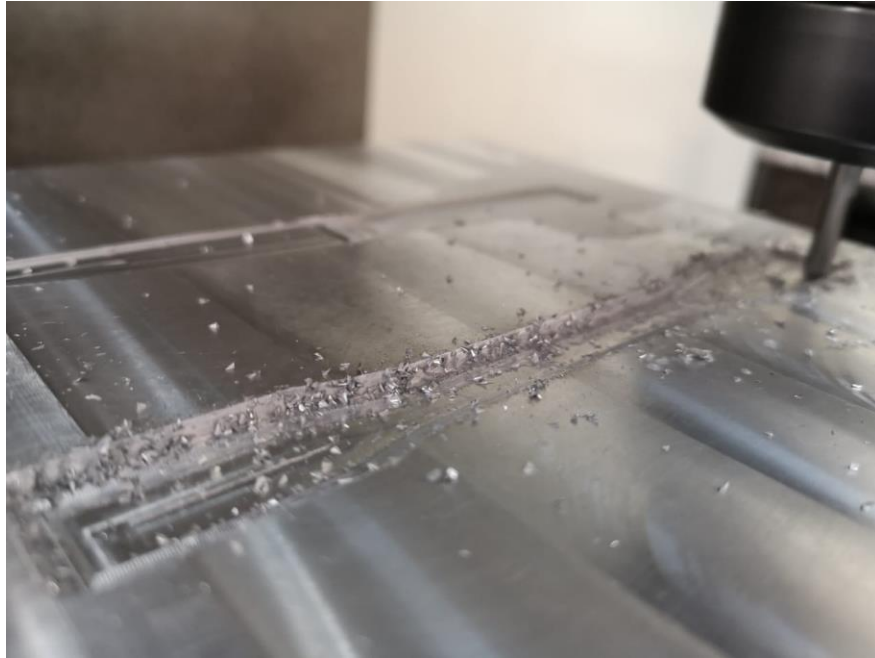


Imagen 23. Diseño del cubierto y probeta con la fresa

El desbaste inicial se maquinó con una fresa redonda de 5mm de dos filos haciendo la geometría de contorno para ambos productos.

Una vez terminado el desbaste inicial se comenzó a refinar los trazos, realizados por la herramienta de 5mm en el contorno y el fondo de la concavidad, usando una herramienta de 1/8 de pulgada de punta redonda de dos hilos, esto eliminó las imperfecciones provocadas por el cortador anterior.

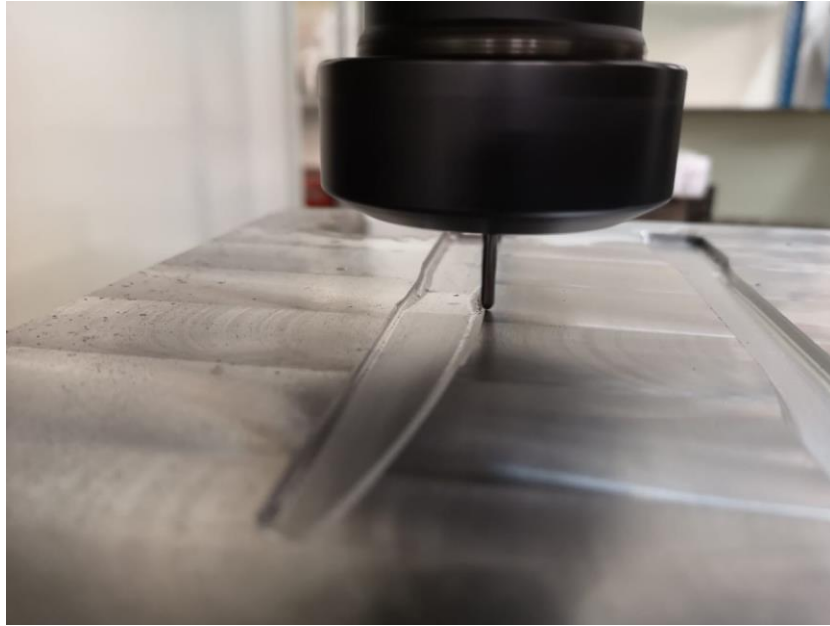


Imagen 21. Afinamiento de las concavidades

Para finalizar con las concavidades de la probeta y del cuchillo se utilizó una última herramienta de 1.4mm de diámetro con un solo filo. Dicha herramienta se implementó para poder generar la geometría de los dientes de la navaja los cuales tenían una longitud de arco poco inferior a los 2.5mm. Nuevamente, la ruta de maquinado CAM fue realizada en SolidCam.



Imagen 25. Dientes de la cuchilla.

Una vez completado este último paso, procedimos a hacer las mediciones necesarias en el molde para poder corroborar nuevamente los valores de diámetro y posicionamiento de las perforaciones necesarias para sujetar y ajustar las placas de inyección al porta molde.

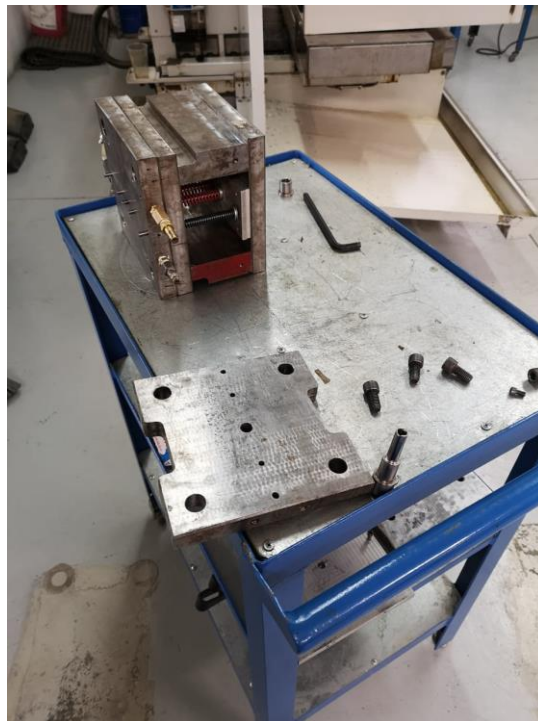


Imagen 26. Mediciones al molde.

Se hicieron las correcciones necesarias en los programas de la ruta de maquinado que generó Adrián Torres Navarrete en el taller con la intención de asegurar que las medidas de las perforaciones y su posición no perjudicaran el ensamble del molde. Una de las adaptaciones necesarias de hacer fue incluir dentro de la placa inferior un posicionador que anteriormente se encontraba en una de las partes del porta moldes, esto debido a que las placas utilizadas eran demasiado gruesas para poder utilizar los posicionadores de placas de inyección anteriores. Entonces lo que se hizo fue generar una caja dentro de una de las placas para que los posicionadores del porta molde, mostrados a continuación, pudieran funcionar para asegurar que nuestra placa este bien posicionada y que nuestro molde cierre.

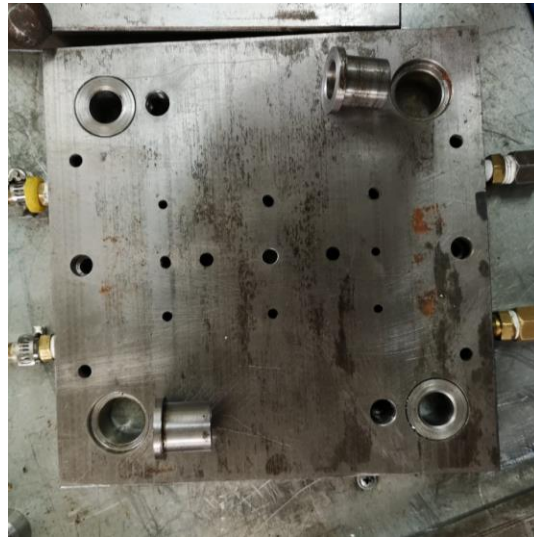




Imagen 27. Posicionadores del Porta molde.

Después de hacer las perforaciones en las esquinas de las placas se procedió a hacer los taladrados correspondientes para los agujeros del botador del molde y de sujeción.



Imagen 28. Taladrados para los agujeros.

Lamentablemente, por cuestiones de tiempo ya no se pudo realizar otra operación en las placas. Se terminó el tiempo de clases y el tiempo disponible para maquinar en el taller de

mecánica fue muy escaso. Quedaron pendientes las siguientes labores para completar la placa:

- Tornear posicionadores nuevos para la placa.
- Machuelos para sujeción de ¼ de pulgada.
- Generar cavidades de inyección.
- Generar boquilla para administración de plástico en la máquina inyectora.
- Hacer perforaciones para botadores.
- Extender botadores hasta la altura de nuestra placa

Análisis y ACV:

Para la segunda vía de trabajo, que se realizó a la par con el diseño del cuchillo, se realizó una investigación sobre el estudio del arte de lo que existe en el mercado de cubiertos reutilizables, a partir de toda la información recolectada, se planteó exponerla de manera visual, por lo que se formuló un catálogo con los datos que se consideraron más importantes, esto ayuda mucho a procesar la información con mayor facilidad.

El catálogo incluye una foto con la marca, el material del que está compuesto, las dimensiones del producto y las características que promete al usuario. A continuación, se muestra un ejemplo de dicho catálogo (imagen 18).

 <p style="text-align: center;"><i>Sistema TO GO</i></p>	<table border="1"> <tr> <th>Material</th> </tr> <tr> <td>100% polipropileno virgen</td> </tr> <tr> <th>Dimensiones</th> </tr> <tr> <td>Largo 52mm</td> </tr> <tr> <td>Ancho 26mm</td> </tr> <tr> <td>Altura 181mm</td> </tr> </table>	Material	100% polipropileno virgen	Dimensiones	Largo 52mm	Ancho 26mm	Altura 181mm	<table border="1"> <tr> <th>Características</th> </tr> <tr> <td>Facil de montar</td> </tr> <tr> <td>Seguro de utilizar en lavavajillas, microondas, nevera y congelador.</td> </tr> <tr> <td>Son libres de ftalato y BPA</td> </tr> </table>	Características	Facil de montar	Seguro de utilizar en lavavajillas, microondas, nevera y congelador.	Son libres de ftalato y BPA
Material												
100% polipropileno virgen												
Dimensiones												
Largo 52mm												
Ancho 26mm												
Altura 181mm												
Características												
Facil de montar												
Seguro de utilizar en lavavajillas, microondas, nevera y congelador.												
Son libres de ftalato y BPA												
 <p style="text-align: center;"><i>PARTY IS ON</i></p>	<table border="1"> <tr> <th>Material</th> </tr> <tr> <td>100% Poliestireno</td> </tr> <tr> <th>Dimensiones</th> </tr> <tr> <td>Largo 56mm</td> </tr> <tr> <td>Ancho 28mm</td> </tr> <tr> <td>Altura 185 mm</td> </tr> </table>	Material	100% Poliestireno	Dimensiones	Largo 56mm	Ancho 28mm	Altura 185 mm	<table border="1"> <tr> <th>Características</th> </tr> <tr> <td>Lavable</td> </tr> <tr> <td>Reutilizable</td> </tr> </table>	Características	Lavable	Reutilizable	
Material												
100% Poliestireno												
Dimensiones												
Largo 56mm												
Ancho 28mm												
Altura 185 mm												
Características												
Lavable												
Reutilizable												

Imagen 29. Catálogo de cubiertos en el mercado.

Para realizar las pruebas de inyección, fue necesario la vinculación con el laboratorio Q5 que es donde se encuentra la inyectora de plástico, afortunadamente los encargados son muy amables y están en la mejor disposición de ayudar, ofreciéndonos diferentes tipos plásticos que existen en ITESO que se puedan inyectar, para tener otras opciones y poder hacer más pruebas.

Los plásticos que existen en ITESO son: PET virgen, RPET, Polipropileno (PP), Poliestireno (PE) y Poliestireno de baja densidad (LDPE). Teniendo conocimiento de esto, se realizó una investigación de cada material y a partir de ahí se generaron fichas técnicas con la información más relevante que se necesita para poder inyectar correctamente.

Las fichas están conformadas con una descripción básica de lo que es el material, las consideraciones que se deben de tomar en cuenta en el diseño, los usos típicos que se le da al material, también materiales similares por lo que puede ser sustituido, y los pros y contras de utilizar dicho material (imagen 30).

En esta hoja encontraras datos de los plascticas que se pueden trabajar en el ITESO. Los datos se obtuvieron del simulador "" y de la literatura, para que sea mas simple el entendimiento de las propiedades y características de estos materiales.

PET virgen

¿Qué es?

El polietilentereftalato (PET) es una resina sintética termoplástica o poliéster termoplástico producido a partir de dos compuestos principales: ácido terftálico (PTA) y etilenglicol (EG). Este material tiene una baja velocidad de cristalización y puede encontrarse en estado amorfo-transparente o cristalino; Es un polímero extremadamente duro, dimensionalmente estable, lineal, con alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, por lo cual es apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado.

Notas de diseño

El PET es de los plásticos más fáciles de reciclar, el método más utilizado es el mecánico, ya es sencillo y no requiere tecnología de punta, primero el PET se debe triturar para facilitar su manejo, después se lava para eliminar suciedad, residuos de adhesivos y contenido, a continuación, pasa por un proceso de secado, para eliminar la humedad del material a una temperatura de 95°C a 115 °C. Para que las hojuelas puedan ser procesadas, es necesario transformarlas en pequeños *pellets*, y finalmente es inyectado para obtener un nuevo producto.

Usos Típicos

- Envases y empaque (botellas, film, bolsas, etc.)
- Materiales electrónicos y eléctrico (películas de PET, discos)
- Fibras (telas, cerdas sintéticas, prendas de vestir, hilos, etc.)
- Materiales mecánicos (engranajes, levas, pistones, ruedas dentadas, piezas)

Materiales similares

Vidrio, acrílico, poliestireno, policarbonato.

Ventajas	Desventajas
Ligero	Absorben humedad del medio ambiente
Transparencia	
No toxico	
Resistentes	
Flexibles	

Imagen 30. Ejemplo de la ficha técnica de los materiales.

Dentro de la ficha, existe un apartado con una comparativa sobre las propiedades que se encontraron en la literatura, y las que establece el programa *SolidWorks*, y así sea más entendible las características de estos materiales. Dentro de cada propiedad contiene un comentario con una pequeña descripción de lo que hace esa propiedad (imagen 31).

DATOS OBTENIDOS DE LA BASE DE DATOS DE SOLID WORDS			DATOS OBTENIDOS DE LAS DIVERSAS PAGINAS DE INTERNET A CONTINUACION REFERIDAS		
Propiedades	Valor	Unidades	Propiedades	Valor	Unidades
Modulo de elasticidad	2.96E+09	N/m ²	Modulo de elasticidad	2.80E+09	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.37	N/D	Coefficiente de Poisson	,37-.44	N/D
Módulo cortante		N/m ²	Módulo cortante		N/m ²
Densidad de masa	1420	Kg/m ³	Densidad de masa	*	Kg/m ³
Límite de tracción	5.73E+07	N/m ²	Límite de tracción	8.10E+07	N/m ²
Límite de compresión	9.29E+07	N/m ²	Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico		N/m ²	Límite elástico		N/m ²
Coefficiente de expansión termina		1/K	Coefficiente de expansión térmica	8.00E+03	1/K
Conductividad térmica	0.261	W/(m*K)	Conductividad térmica @20°C	0.24	W/(m*K)
Calor específico	1140	J/(Kg*K)	Calor específico	1200-1350	J/(Kg*K)
Cociente de amortiguamiento de material		N/D	Cociente de amortiguamiento de material		N/D

Imagen 31. Comparativa de propiedades en la ficha técnica.

Otro vinculo que se realizó, fue con el laboratorio de ingeniería química y alimentos en el edificio I, ya que el PET, al ser un material que absorbe humedad del ambiente, es necesario que pase por un proceso de secado para eliminar la mayor cantidad de humedad posible, por lo que el uso un desecador y un medidor de humedad, se encuentran en dichos laboratorios.

Debido a que el objetivo de este proyecto es la fabricación de un cuchillo, es muy importante el vínculo con el departamento de mecánica, puesto que en él se encuentran todas las maquinas necesarias para el maquinado de las placas a inyectar. Desafortunadamente la relación con el departamento no ha sido del todo buena, por lo que se ha ido retrasando la manufactura de las placas, debido a múltiples trabas que ocasionan, no obstante, poco a poco se ha ido trabajando en ello con ayuda de nuestro asesor Adrián, por lo que el armado del molde se realizó con éxito, y quedamos en términos para la posterior ruta de maquinado.

Con forme a los objetivos y actividades de este proyecto fue necesario formalizar y unificar el formato que se tenía de la bitácora de experimentos, por lo cual se desarrolló una nueva plantilla para el llenado de datos de registro del experimento, en ella se tomaron en cuenta las condiciones del material y sus características.

Esto con el fin de que fuera más fácil de leer, entender y recrear para los compañeros que continuaran con el proyecto el siguiente semestre.

A continuación, se muestran los datos iniciales para la bitácora:

Bitacora de experimentos							
Fecha		Edificio		Laboratorio		Hora de entrada	
Encargado de laboratorio						Hora de salida	
Encargado del experimento						Humedad relativa	
Descripción de las actividades a realizar							

Imagen 32. Formato de bitácora para laboratorio-verano 2019

Como podemos ver, la fecha, nombre el encargado de laboratorio y el nombre del que está realizando el experimento son obligatorio para cualquier bitácora.

Para facilitar y auxiliar a los compañeros, se agregó el edificio, laboratorio y una pequeña descripción de las actividades que se realizaron, esto no solo ayuda a los que lleven el proyecto actualmente, sino también a los que los futuros compañeros, ya que esto da un contexto de lo que se realizó y será más entendible para todos.

Las horas de entrada, salida y la humedad relativa se incluyeron de acuerdo a las características del material principal que son el RPET y PET, ya que estos materiales son muy hidrofílicos, esto quiere decir que tienden a absorber humedad del ambiente.

Por lo que se consideró muy importante saber la hora al iniciar la práctica y al finalizar ya que la humedad relativa del ambiente cambia a lo largo del día, y como dato extra la humedad relativa al finalizar el proceso, para tener las condiciones de salida que el material tendrá al terminar el día.

Otro factor importante a tomar en cuenta en este proyecto fue referencia de los usuarios al cubierto que más utilizan, por lo cual, se realizó una encuesta a la comunidad universitaria. Esto con el fin de saber, que otro cubierto se puede incluir como extra en el segundo molde.

Teniendo la información, formatos y fichas técnicas analizadas, se procedió a realizar el secado del material a inyectar, por lo que, teniendo la disponibilidad de uso del laboratorio de alimentos y química, primero se midió el porcentaje de humedad del material antes del proceso, y a continuación se procedió con el secado del PET y RPET en el desecador durante 4 horas y media, a una temperatura de 140°C. Una vez pasado terminado el proceso de secado, se colocaron las bolsas *ziploc* para su posterior inyección.



Imagen 33. PET Virgen y RPET dentro de desecador, para el proceso de secado.

Una vez eliminada la mayor cantidad de humedad del material, se procedió a realizar la inyección del plástico en el edificio Q5. Debido a que todavía no se tiene el molde de la placa del cuchillo, se utilizó el molde de un llavero para realizar las pruebas de inyección, teniendo el molde dentro de la inyectora, se programó la temperatura necesaria para cada material y se le agrego colorante para observar su comportamiento.

A continuación, se presentan las pruebas que se realizaron: 100 % RPET, mezcla de 50% PET y 50% PET virgen con colorante naranja, 40% PET virgen y 60% RPET con colorante azul y 100% LDPE con colorante azul.



Imagen 34. Inyectora a utilizar para la realización de las pruebas.

Teniendo los llaveros inyectados con cada material, se procedió a realizar las pruebas mecánicas universales, pero como ha sucedido en semestres anteriores, y por la forma de los llaveros, no es posible tener buen agarre en la máquina, para obtener resultados representativos, por lo que investigando la solución, se encontró que se requiere una “probeta” con medidas específicas para las pruebas deseadas, por lo que en este verano, se observó que en el molde que se realizaría la elaboración del cuchillo, quedaría un espacio lo suficientemente grande para maquinar la probeta. Dicha probeta se basará en la norma ASTM D638, la cual proporciona las medidas correctas para las pruebas en polímeros.

3. Resultados del trabajo profesional

Diseño:

Los resultados obtenidos hasta el momento se presentan en el siguiente orden:

- 1) Nuevo modelo de cuchillo.

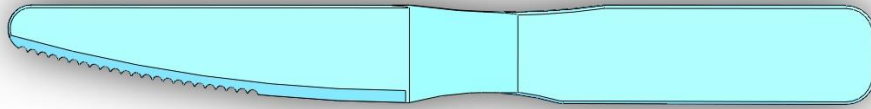


Imagen 35. Cuchillo Verano 2019

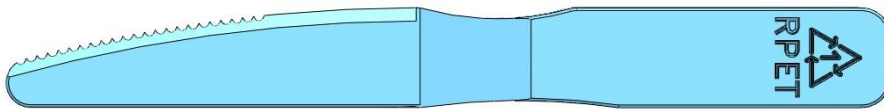


Imagen 36. Cuchillo Verano 2019

El nuevo modelo proporciona una geometría simétrica para facilitar el moldeado, maquinado y el desmoldeado de la pieza después de la inyección de plástico.

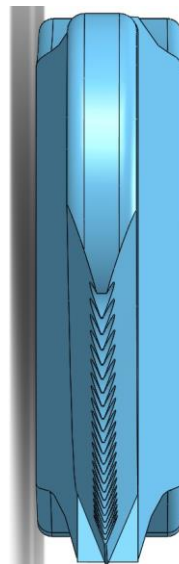


Imagen 37. Perfil de Cuchillo Verano 2019

Se aumentaron los espesores del material y se eliminaron redondeos innecesarios para el maquinado de la pieza (imagen 38).

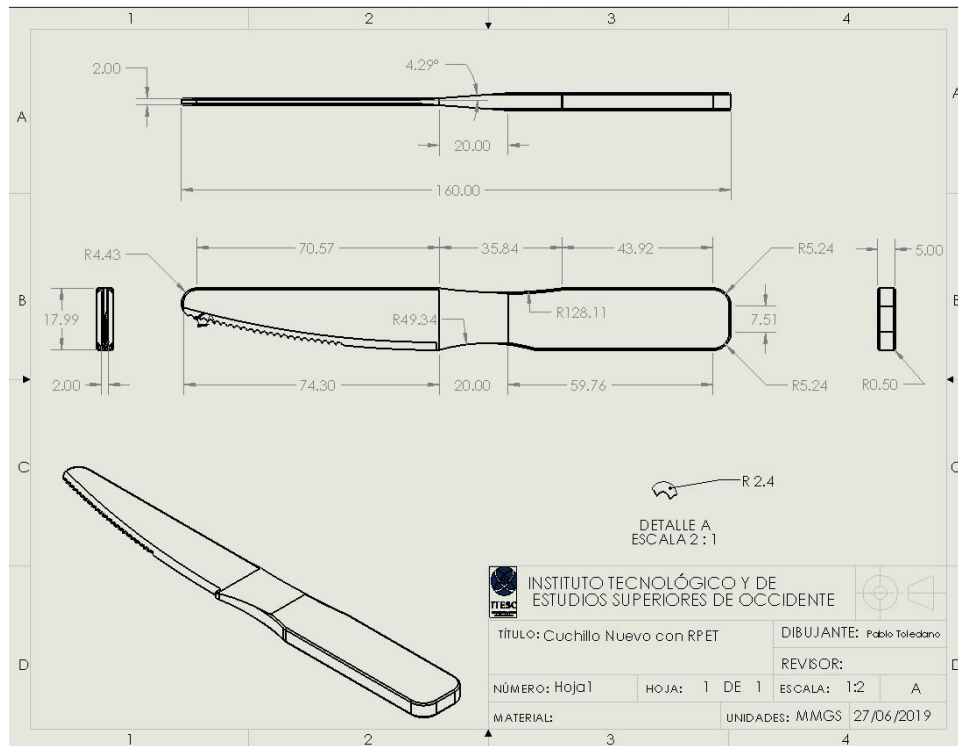


Imagen 38. Plano de geometría del cuchillo Verano 2019

2) Simulaciones

Después de hacer el análisis de esfuerzos descrito en la sección anterior obtuvimos los siguientes resultados.

Para la carga de 20N distribuida en la navaja del cuchillo se obtuvieron los siguientes resultados; El primer resultado muestra los esfuerzos de tensión presentes en el modelo en la dirección del eje Z, en este análisis podemos observar un resultado de esfuerzo máximo de 8.26 MPa y un resultado promedio inferior a los 1.9 MPa lo cual nos indica que el cuchillo no sufrió falla ya que el promedio de esfuerzo máximo a la tensión del PET es alrededor de los 40 o 60 MPa.

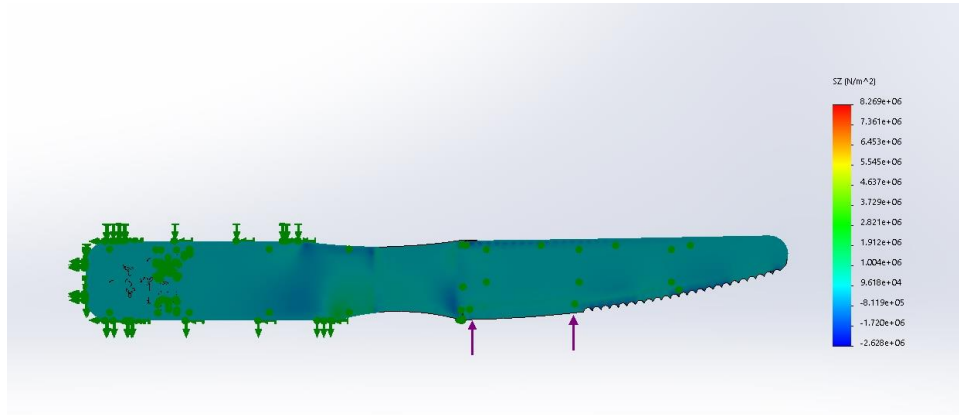


Imagen 39. Resultados de simulación de esfuerzos en eje Z (20N)

En el caso de la carga de 50N los resultados fueron de un esfuerzo máximo en el eje Z del modelo 21.4 MPa y un resultado promedio inferior a los 10 MPa

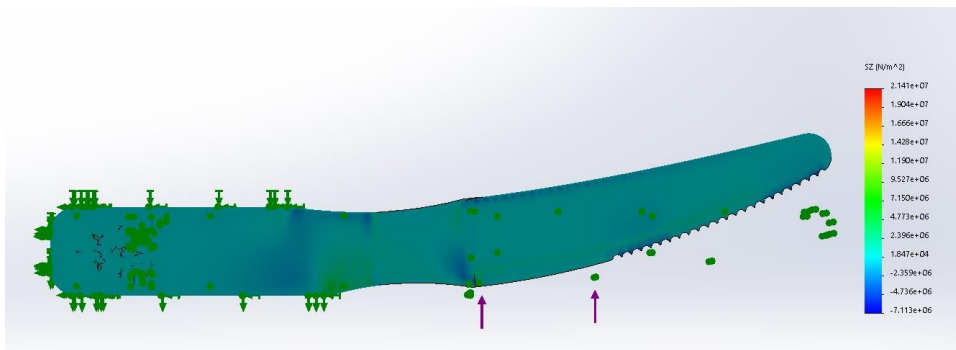


Imagen 36. Resultados de simulación de esfuerzos en eje Z (50N)

Para los valores del esfuerzo de Von Mises, que nos indica el valor combinado de esfuerzos principales presentes en la estructura obtuvimos un máximo de 16.59 MPa para la carga de 20N y un máximo de 42.25 MPa para la carga de 50N. Estos valores nos hacen pensar que la geometría del diseño permitirá que cumpla las funciones de un cubierto de plástico reutilizable.

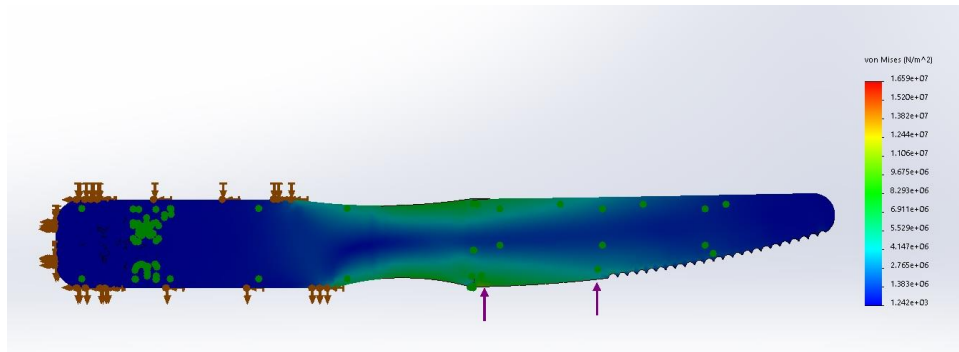


Imagen 37. Resultados de simulación de esfuerzos de Von Mises (20N)

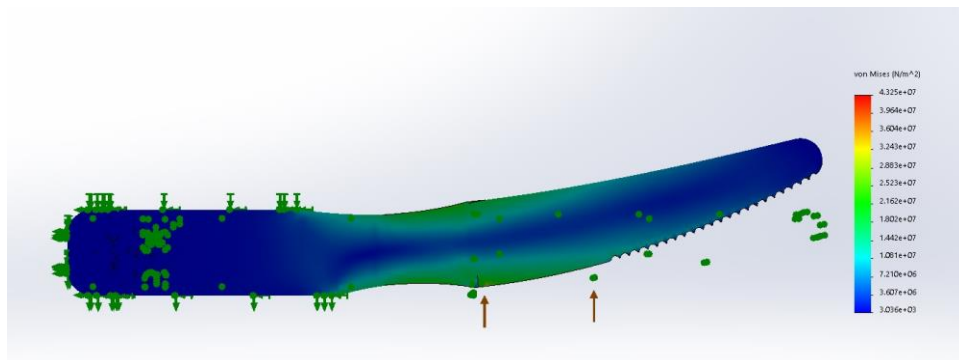


Imagen 38. Resultados de simulación de esfuerzos de Von Mises (50N)

3) Moldes

Las placas de inyección no se concluyeron, sin embargo, se presentan aquí el resultado del desarrollo de la solución a lo que estimamos es un 85% de ser terminadas.



Imagen 39. Molde inferior de cuchillo verano 2019

Análisis y ACV:

El catálogo de los cubiertos es de gran ayuda para tener una idea más clara, de lo que el usuario busca en un cubierto para que sea considerado reutilizable, y no diseñar un producto con bajas expectativas y puedan ser desechados a la basura, también para evaluar las dimensiones y características que existen en el mercado, para poder competir con ellas, y tomarlas en cuenta en la fabricación de los cubiertos.

Tener las fichas técnicas de cada material existente en ITESO, ayuda a minimizar errores que se podrían cometer en el proceso de inyectado, como, por ejemplo, tener una temperatura errónea, lo que podría ocasionar un accidente en la experimentación o una deformación en el plástico, por lo que, al tener una base de datos con los puntos a tomar en cuenta para cada material, ayuda a trabajar con más agilidad, y no perder el tiempo buscando información, y tener una base de la cual partir, para fabricar cualquier producto que se desee.

En la encuesta que se realizó para conocer la preferencia del público, para saber cuáles cubiertos utilizaban más. Arrojó lo siguiente:

La primera pregunta fue: *Cuando comes en el ITESO, ¿Qué cubiertos utilizas generalmente?*

Los resultados obtenidos fueron lo siguiente:

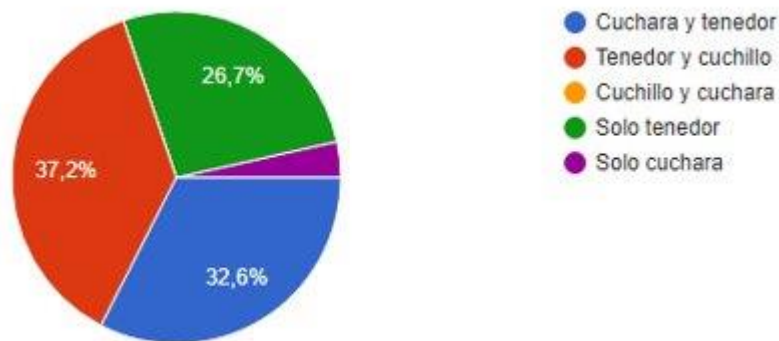


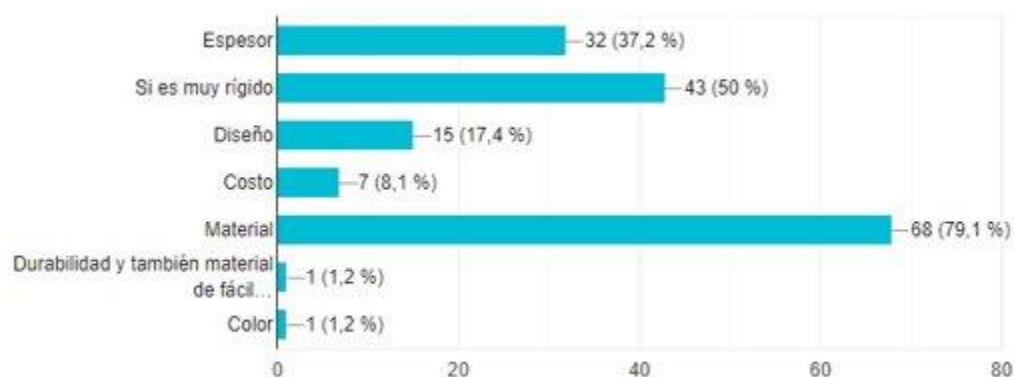
Imagen 28. Resultados de la encuesta realizada.

De la cual se pudo observar la preferencia por el tenedor y el cuchillo.

La segunda pregunta fue la que nos arrojó resultados muy prometedores e interesantes de interpretar, la pregunta fue la siguiente:

¿Qué características deben de tener los cubiertos para que consideres que son REUTILIZABLES?

Puede seleccionar más de una respuesta.



Los resultados de esta encuesta marcan como más alto el material, pero este resultado no sería una variable a considerar, debido a que el material de este proyecto ya está establecido y los consumidores podrían sugerir otro material, como, por ejemplo, de metal, por lo que no se cumpliría

el objetivo de este proyecto. Debido a esto los siguientes dos resultados, espesor y rigidez, son los que se tomaran en consideración, para la fabricación de los cubiertos reutilizables.

Se obtuvieron buenos resultados de las pruebas de inyección de los diferentes materiales, se aprendió el uso correcto para manejar la máquina, así como las medidas de seguridad a tomar en cuenta en el proceso, para evitar cualquier accidente. Al inicio, los primeros resultados obtenidos no fueron los mejores, ya que los llaveros presentaban pequeñas deformidades, pero se le fue variando a parámetros, como la presión y el tiempo de enfriamiento, hasta obtener una buena combinación para la mejor inyección del material.



Imagen 40. Resultados de las pruebas de inyección de diferentes materiales.

Estas pequeñas deformaciones pudieron ser causadas por la humedad que se pudo obtener del medio ambiente, ya que en la segunda sesión de inyección que se realizó, el material tanto PET, como RPET, ya tenían tres días después del secado y las bolsas que contenían los materiales habían sido abiertas para la primera sesión.

Este verano las pruebas de inyección se realizaron dos sesiones, en las que se obtuvieron los llaveros mostrados en la Imagen X y podemos ver las especificaciones de cada prueba a continuación:

PRUEBAS DE INYECCIÓN				
MATERIAL	100% RPET	50% PET Virgen + 50% RPET	100% LDPE	60% RPET + 40% PET
CARACTERÍSTICAS	<ul style="list-style-type: none"> -Material ligeramente opaco - Color gris - Rígido - Duro - Sin colorante 	<ul style="list-style-type: none"> -Muestra cristalina -Rígido -Duro -Color uniforme -Colorante naranja. -No aprobado por APR. 	<ul style="list-style-type: none"> -Material flexible -Color uniforme -Colorante azul -Aprobado por APR. 	<ul style="list-style-type: none"> -Material opaco -Duro -Rígido -Color metálico -Colorante azul
				

Imagen 41. Resultados de las pruebas de intelección.

4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto

Elisa Espinoza Valdez

El PAP es un proyecto multidisciplinario que involucra muchas carreras, por lo que me ayuda mucho a conocer otras opiniones y perspectivas. La competencia más importante que se desarrolla durante todo el proyecto es el trabajo en equipo, conocer todas las ideas, y juntos tomar una decisión para cualquier problemática que se presente. Creo que me sirvió mucho, ya que en ingeniería por lo general se trabajó en solitario, siguiendo las prácticas de laboratorio que ya están establecidas, y durante el PAP puede tener la oportunidad de conocer otro panorama, que será de mucha utilidad en mi vida laboral.

El proyecto de desarrollo de nuevos materiales tiene un gran impacto social, ya que no solo se trata de dar una solución a un problema, si no informar y concientizar a la población sobre el gran problema ambiental en el que vivimos, y me gusta mucho poder formar parte de un proyecto que se preocupa por la sociedad y el mundo en el que vivimos. Preparar un proyecto no es fácil, eso me lo enseñó el PAP, en el camino se pueden presentar múltiples problemas y situaciones que están fuera de nuestro control, pero con paciencia y buscando

soluciones se puede avanzar poco a poco para lograr los objetivos. Creo que el impacto más grande que se desarrolla en este proyecto, además de la reducción de residuos, es informar a la sociedad, es muy importante que las personas se den cuenta de la realidad que estamos viviendo, y es necesario realizar un cambio inmediato, no importa si son pequeños o grandes, si no contribuir de alguna forma.

Lo que me deja el PAP para mi proyecto de vida, es el compromiso que quiero tener con el medio ambiente en mi vida, tomar acción en esta gran problemática y poder aportar todo lo que se pueda sobre los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera, para el beneficio de la sociedad.

Eréndira Elizabeth Munguía Bejarano

Este PAP se desarrolla de manera multidisciplinaria, esto quiere decir que se complementa con diferentes carreras. Lo cual tanto para el PAP como para los miembros que se integran, es muy enriquecedor, ya que podemos convivir y desarrollar más habilidad, conocer distintos puntos de vista y trabajar con gente diferente.

Dentro de todo el verano, fue divertido el conocer una parte que por parte de mi carrera no me presentan como tal, que es el área de la sustentabilidad, del impacto que los procesos industriales tienen sobre el planeta y la falta de información o de conocimiento que tenemos.

Algo que me llamo mucho la atención desde el principio, es que claro como Ingenieros Químicos, sabemos que los procesos deben de ser más eficientes, para gastar menos energía, que hay que tratar desechos para no contaminar tanto, pero realmente no le tomamos la verdadera importancia de lo que hacemos y de cómo lo hacemos.

También, algo que nos dimos de topes en particular en el equipo era el hecho de que nosotros no sabíamos que era hacer una presentación “bonita” porque como ingenieros no nos importa como tal la presentación, si no los resultados y que sean coherentes, con fundamento y que podamos responder a lo que se nos pregunta. Pero en este PAP claro que los resultados son importantes, pero también lo es, el cómo lo presentas, que sea claro,

que no agobies al público y todos esos detalles que como ingenieros no tomamos mucho en cuenta.

Aprendí conceptos y metodologías que la verdad yo no tenía idea de que existían, el hecho de estar envueltos solo en lo de nosotros no es tan bueno, eso lo aprendí también en el PAP, de cómo la colaboración entre carreras es mucho más fructífero que el simple hecho de estar solo trabajar con los de la carrera, te da un panorama más amplio, claro es complicado por las maneras tan diferentes de pensar, sin embargo, el lograr superar esto, los proyectos se hacen mucho más completos y sin tantos errores. Claro también depende del equipo de trabajo que tengas, eso también lo aprendí.

En cuestión de dirección del proyecto, la verdad es mucho de administrar el tiempo y no tener miedo de pedir ayuda. Nunca he sido de las personas líderes, solo cuando no hay de otra, sin embargo, en este proyecto considero que todos en algún punto fuimos líderes. Ya que cada quien en su área se tomaban las decisiones.

La primera decisión fuerte que tomamos fue el decidir, si seguíamos con el diseño de la cuchara o el de seguir el maquinado de la placa con los diseños que ya teníamos. Otra fue el rediseño del cuchillo, el decidir hacer la probeta y mucho más.

Pablo Toledano Bonilla:

Me es realmente fácil poder enlistar los conocimientos adquiridos a lo largo de este verano en el PAP de Materioteca, sin embargo, considero que hacer una lista no sería suficiente. Tengo que indicar cuales fueron los cambios que generé en este tiempo y como es que estos aprendizajes causaron cambios en mi perspectiva del ámbito profesional que busco.

Primero que nada, en el ámbito profesional me desarrollé en el área de diseño, la cual es la que más me ha agradado a lo largo de mi carrera universitaria. Apliqué los conocimientos adquiridos a lo largo de este tiempo y los implementé en generar un diseño y un producto final hasta el punto de manufactura, esto quiere decir que participé en un proyecto de ingeniería desde las etapas de desarrollo hasta la materialización del mismo.

Esto, aunque es cierto, no es el aprendizaje profesional más grande que me llevo. De esta experiencia yo me llevo el conocimiento de que por primera vez participé en un proyecto

que necesitaba de mi aportación de ingenio para poder ser solucionada, me dieron un problema sin instrucciones para su solución y logré sacar adelante el trabajo sin conocimiento previo de lo que fue necesario para llegar a solucionarlo. Esto para mí es una de las cosas que realmente me hizo sentir que aplique los conocimientos de una ingeniería y es algo muy valioso para mí.

Las aportaciones sociales y éticas que mantiene el proyecto de Materioteca son muy claras. Buscan cambiar la ética del consumo y del desarrollo de productos y metodologías para poner como prioridad la sustentabilidad, esto quiere decir que buscan mejorar la calidad de vida de los demás desarrollando conocimiento sólido sobre alternativas a las prácticas actuales que han causado tanto desbalance en el planeta y sus recursos.

Benefician la sociedad al poner la sustentabilidad en la vanguardia de sus proyectos y el dar a conocer esta ideología a mí me abrió los ojos sobre el estilo de vida que estaba llevando, las aspiraciones profesionales y personales que tenía y sobre todo me dio a conocer realidades que no prometen un futuro muy agradable para los seres humanos si no se genera el cambio que Materioteca quiere implementar en las personas.

Creo que los aprendizajes que adquirí personales van muy ligados a los mencionados anteriormente. Aprendí a trabajar en equipo con dos grandes compañeras de otra área de ingeniería, aprendí a dialogar y a resolver problemas de una manera benéfica para todos los involucrados, aprendí a poder cuestionar mis propias creencias a través de escuchar al otro y a no tener miedo a estar equivocado.

5. Conclusiones

Elisa Espinoza Valdez

El PAP fue una nueva experiencia de lo que estaba acostumbrada, ya que en clases por lo general te dicen lo que tienes que hacer, pero aquí tú tienes que tomar iniciativa y proponer decisiones en equipo. Hubo algunos inconvenientes, pero creo que este verano avanzamos una gran parte importante que no se había logrado, lo que es el molde del cubierto y el

próximo semestre se comenzarán las pruebas de inyección y pruebas de resistencia del producto final, se cumplieron la mayoría de los objetivos, a excepción del ACV que quedará pendiente por realizar.

Puedo decir que aprendí mucho de este PAP sobre todo nuevos conceptos de sustentabilidad, como lo es el ciclo de vida y el modelo de economía circular, que antes de este proyecto, no tenía idea de lo que era. Ahora puedo tomar estas bases para replicarlas en mi vida profesional. Estoy segura de que elegí el mejor PAP para mí, ya que es un tema que me gusta y formar parte de un proyecto que beneficia a la sociedad y cuida del medio ambiente.

Erendira Elizabeth Munguia Bejarano

Como conclusión de este proyecto, puedo decir que se realizó un poco menos de lo esperado, pero esto debido a que no teníamos contemplados todos los contratiempos que surgieron por parte del laboratorio de mecánica.

Sin embargo, se pudieron hacer las pruebas de inyección del material, las fichas técnicas de estos y algo que no se tenía planeado era concluir la metodología para el desarrollo de nuevos materiales.

Una parte que no se concluyó fue la adaptación del ACV para nuestros procesos, lo cual se espera completar el siguiente semestre.

Pablo Toledano Bonilla

Como conclusión me gustaría expresar que no me agradó no haber terminado al 100% el proyecto era algo que quería lograr antes de terminar mi estancia en el ITESO. Sin embargo, estoy consciente de las limitaciones y problemas que tuvimos a lo largo de estas 8 semanas.

Estoy más que satisfecho con los resultados actuales, espero sean de ayuda en semestres posteriores. También estoy muy satisfecho con los aprendizajes obtenidos en este tiempo y por la oportunidad que se me dio para poder desarrollar mis competencias profesionales.

Quisiera dar las gracias a mis compañeras por acompañarme en este proyecto y por ayudar siempre al progreso y a mis profesores por su apoyo y presencia en la trayectoria de este trabajo. Espero el proyecto siga por mucho tiempo y que cada vez los avances sean mayores.

Perspectivas a futuro:

ANÁLISIS DE MATERIALES

- Pruebas universales de los materiales inyectados
- Nuevas pruebas de inyección con el molde del cuchillo y probeta
- ACV
- Comunicación ambiental

DISEÑO Y MANUFACTURA

- Tornear posicionadores nuevos para la placa.
- Machuelos para sujeción de ¼ de pulgada.
- Generar cavidades de inyección.
- Generar boquilla para administración de plástico en la máquina inyectora.
- Hacer perforaciones para botadores.
- Extender botadores hasta la altura de nuestra placa

METODOLOGIA PARA EL DNM PAP

- Estructurar la metodología de una manera más visual y entendible

6. Bibliografía

1. Lechner, J. (2015). *Kaffeeform*. Obtenido de <https://www.kaffeeform.com/de/>
2. Rodríguez, N., & Zambrano, D. A. (2013). Los subproductos del café: fuente de energía renovable.
3. CLARKE, R.J.; MACRAE, R. *Coffee: Technology*. Vol. 2. New York, Elsevier Applied Science, 1987. 388 p.
4. PetONE. (NA) Hoja de Datos de Producto: Resina reciclada de PET IV ALTA.
5. DAK Americas. (2012) Hoja de Datos del Producto: Laser+ (MB912).

6. ECOCE. (2019). Cifras y Estadísticas. 08 de mayo de 2019, de ECOCE Sitio web: <http://ecoce.mx/cifras.php>
7. María Luisa Santillán,. (2018). Una vida de plástico. 08 de mayo de 2019, de UNAM Sitio web: <http://ciencia.unam.mx/leer/766/una-vida-de-plastico>
8. Petroquimex. (2018). La Economía Circular: Un Modelo que Permitirá el Crecimiento de las Empresas. 4 de mayo de 2019, de Energía global Sitio web: <https://petroquimex.com/PDF/JulAgo18/La-Economia-Circular.pdf>
9. Martínez, Adriana & Porcelli, Adriana. (2018). Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional (primera parte). LEX. 16. 10.21503/lex.v16i22.1659.
10. ITESO.(2019). Medio ambiente:<https://cruce.iteso.mx>

Anexos (en caso de ser necesarios)

[Es todo lo que soporte el documento; que no es necesario añadirlo en el cuerpo del reporte, pero que sirve para su mejor comprensión: materiales elaborados, bitácoras, fichas, fotografías, mapas, etc.]