

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Herramienta de doblado y pegado de piezas termoplásticas"

PROYECTO DE GRADO

**KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM**

CARNET 11139-11

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE DE 2018

CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Herramienta de doblado y pegado de piezas termoplásticas"  
PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR  
**KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE DISEÑADOR INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE DE 2018  
CAMPUS CENTRAL

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**

DECANO: MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO  
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ  
SECRETARIA: MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ  
DIRECTORA DE CARRERA: LIC. MARIA REGINA ALFARO MASELLI

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

LIC. CARLOS ALBERTO LORENZI MELCHOR

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JUAN PABLO SZARATA  
LIC. MARIO JOSUE PALACIOS VALDEZ  
LIC. MÓNICA DENISE PAGURUT BERTHET

Guatemala 03 de Julio de 2018.

Señores

Miembros del Concejo de Facultad

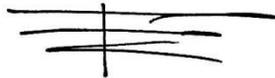
Facultad de Arquitectura y Diseño

Universidad Rafael Landívar.

Estimados Señores:

Me dirijó a ustedes para informarles que el proyecto de Diseño titulado **"MAGMA: Herramienta de doblado y pegado de piezas termoplásticas para MIPYMES"**. Elaborado por el estudiante **Kristian Alexander Winter Sam** con número de carnet **1113911**, ha sido concluido satisfactoriamente y puede ser considerado para la PRESENTACION DEL PROYECTO DE DISEÑO.

Atentamente,

A handwritten signature consisting of several horizontal strokes and a vertical line intersecting them.

Lic.D.I. Carlos Alberto Lorenzi Melchor.

Asesor.

## Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM, Carnet 11139-11 en la carrera LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 03120-2018 de fecha 16 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"Herramienta de doblado y pegado de piezas termoplásticas"

Previo a conferírsele el título de DISEÑADOR INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 17 días del mes de septiembre del año 2018.



  
\_\_\_\_\_  
**MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ, SECRETARIA**  
**ARQUITECTURA Y DISEÑO**  
**Universidad Rafael Landívar**

### **Esta tesis esta dedicada a:**

A mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios esta conmigo siempre.

A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia porque con consejos y palabras de aliento hicieron de mi una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando más lo necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día.

### **Agradecimiento**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal de Lasertec, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento.

Agradezco a mi director de tesis, Carlos Lorenzi, quien con sus conocimientos y su gran trayectoria, ha logrado en mí culminar mis estudios con éxito. Más que un licenciado, un gran amigo.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Rafael Landívar, a toda la Facultad de Arquitectura y Diseño, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

## ÍNDICE

1	Introducción .....	10
2	Antecedentes .....	12
2.1	Contexto .....	13
2.1.1	MIPYMES.....	13
2.1.2	Herramientas.....	17
2.2	Necesidad .....	22
2.3	Actores involucrados .....	22
2.3.1	Cliente.....	22
2.3.2	Consumidor y usuario.....	23
2.4	Análisis retrospectivo .....	26
2.4.1	Análisis de soluciones existentes .....	28
2.5	Teoría de diseño .....	37
2.5.1	Diseño de herramientas.....	37
2.5.2	Diseño funcional .....	37
2.5.3	Semiótica de seguridad industrial .....	37
2.5.4	Material y procesos .....	37
3	Conceptualización.....	38
3.1	Planteamiento del problema .....	38
3.2	Marco lógico del proyecto .....	38
3.2.1	Objetivo general .....	39
3.2.2	Objetivos específicos .....	39
3.3	Requerimientos y parámetros .....	40
3.3.1	Objeto .....	40
3.3.2	Tecnología.....	41
3.3.3	Antropometría.....	41
3.3.4	Interfaz y uso .....	42
3.3.5	Mercado.....	42
3.4	Proceso de conceptualización.....	43
3.4.1	Moodboard.....	43
3.4.2	Tabla de materiales.....	44
3.4.3	Primera fase de bocetaje.....	45
3.4.4	Segunda fase de bocetaje.....	46
3.4.5	Tercera fase de bocetaje .....	47
3.4.6	Realización de maquetas .....	48
3.4.7	Primera fase maquetas .....	48

3.4.8	Segunda Fase maquetas.....	49	5.2	Tecnología .....	75
3.4.9	Tercera fase maquetas.....	50	5.3	Antropometría .....	77
3.4.10	Primera evolución .....	51	5.4	Interfaz y uso.....	80
3.4.11	Pruebas de aislantes de bajo costo .....	52	5.5	Mercado .....	83
3.4.12	Puntos de fusión en un material .....	52	6	Planos.....	84
3.4.13	Primer modelo solución.....	54	7	Costos .....	104
3.4.14	Modelo solución final .....	55	8	Conclusiones y recomendaciones.....	107
3.4.15	Logotipo y línea gráfica.....	57	8.1	Conclusiones.....	107
4	Materialización .....	60	8.2	Recomendaciones.....	107
4.1	Modelo de solución .....	60	9	Bibliografía.....	108
4.1.1	Descripción de elementos funcionales.....	60	10	Anexos.....	110
4.1.2	Materiales.....	65			
4.1.3	Acabados.....	66			
4.1.4	Secuencia de uso .....	67			
4.1.5	Materiales y procesos aplicados .....	69			
4.1.6	Flujo de producción .....	72			
5	Validación .....	73			
5.1	Objeto.....	73			

## Resumen Ejecutivo

Los talleres y empresas especializados en la producción y fabricación de material publicitario, utilizan como material base las planchas termoplásticas, son empresas que producen sus propios productos, elaborándolos manualmente desde cero, y no cuentan con una maquinaria industrializada para la fabricación de estos, dicho procedimiento hace que se elaboren productos en series semindustriales. Por lo anterior tienen desventaja sobre la cadena de valor como productos competitivos en el mercado.

La situación actual de estas empresas es que no poseen las suficientes herramientas para innovar y ser competentes dentro del mercado nacional e internacional, y en Guatemala no es aún de mucha relevancia implementar dichos procedimientos en cada empresa, pues se sigue trabajando de la manera tradicional. Actualmente en Guatemala hay empresas, como LaserTEC que cuenta con cinco empleados y buscan ser innovadoras para ser competitivos dentro del mercado,

por ello se trabajó el proyecto Magma, una herramienta de doblado y pegado de piezas termoplásticas, lo cual se describe su proceso a continuación.

## 1 Introducción

MAGMA es una herramienta semindustrial que trabaja con materiales termoplásticos, específicamente el pegado y doblado, que tienen una producción entre 10 a 50 piezas bajo pedido. A pesar de que los talleres especializados en este material tienen el conocimiento de cómo realizar este proceso, no cuentan con una herramienta adecuada para lograrlo pues las herramientas con mejor desempeño se encuentran en el extranjero e importarlas sería un alto costo.

Para estudiar mejor la problemática que existe, se acudió a dos talleres de empresas: LaserTEC y Rotulación Global, las cuales trabajan materiales POP y termoplásticos para publicidad en Guatemala. Estas tienen el problema de desperdiciar mucho material valioso al momento de doblar y pegar piezas, pues lo trabajan manualmente y sostienen las piezas con botes de pintura, libros, tablas o el objeto que tengan a la mano para poder hacer la tarea.

Se llevaron a cabo varios procesos para lograr el modelo de solución, tomando en cuenta los requerimientos solicitados para poder validarlos y mejorar algún aspecto si fuera necesario. Se realizó una tabla de posibles

materiales, en los cuales se hicieron combinaciones y algunos se pusieron a prueba, como por ejemplo: las pruebas de materiales que tendrá la carcasa de la resistencia de calor. Se tomó en cuenta el aspecto y los colores que debía tener la herramienta, por lo que se hace un estudio de los posibles diseños que esta tendrá. Luego de algunas pruebas se logró llegar al modelo de solución MAGMA, la cual es una herramienta de doblado y pegado de termoplásticos, donde se pueden calentar las piezas que se quieran doblar.

Se mostraron las virtudes que tiene MAGMA, las distintas funciones y materiales utilizados para lograr obtener un producto accesible para los talleres o empresas, que trabajen en este ámbito, ya que se busca comercializarlo en el mercado guatemalteco. Se trabajó con metal, acrílico, PLA, arcilla y una resistencia de calor, cada uno de estos materiales fue elegido por su durabilidad, resistencia y propiedades termostáticas. El tamaño de MAGMA juega un papel importante, pues este puede ser transportado de un lugar a otro.

Se validó MAGMA, con operarios de las dos empresas ya mencionadas para conocer su perspectiva ante el producto. Aunque se validó en ambas, LaserTEC quiso implementarlo en sus oficinas para poder darle a sus clientes el mejor de los servicios y productos finales en termoplástico posible. MAGMA ayuda a tener una producción semindustrial más organizada y segura para las empresas o talleres que quieren sobresalir en el mercado nacional e internacional.

## 2 Antecedentes

Una herramienta es un instrumento diseñado para facilitar la realización de una tarea mecánica (Pérez Porto & Merino, 2010). Estos productos se diseñan para cumplir con objetivos específicos, como: reducir el costo de manufactura y realización de un proceso, aumentar la productividad y eficiencia, mantener la calidad y precisión de una producción, reducir el costo derivado de pruebas y experimentos y garantizar que el proceso sea simple y seguro (Rao Posinasetti, 2008).

En la actualidad, la demanda por las herramientas ha crecido grandemente. Esto ha generado la necesidad de contar con herramientas para cumplir funciones específicas. Las herramientas que compondrán un área de trabajo dependerán de la especialización, el flujo de trabajo y el tamaño de la producción. Así se determinará la variedad de maquinaria necesaria y el tamaño de la misma (DIY network, 2009).

Es así como en todo tipo de fábricas (desde pequeñas hasta grandes) se está haciendo necesario contar con equipos que tengan mayores grados de precisión para poder producir piezas y componentes lo más idénticos posibles, según la demanda de su sector y su mercado. Así también se ha visto, que el mercado de las herramientas se mueve por dos principales razones. La primera, la facilidad en los procesos productivos; la segunda, la reducción de las variaciones no deseadas a su más mínima expresión (Renishaw, 2010)

Por otro lado, esta demanda en herramientas también ha demostrado que no todos los procesos cuentan ya con un objeto diseñado específicamente para cubrir la necesidad específica de producción. Así se crea una brecha de oportunidad importante (Spitler, 2003).

## 2.1 Contexto

### 2.1.1 MIPYMES

Los MIPYMES (micro, pequeña y mediana empresa) se distinguen por ser mayoritariamente urbanas. No hay una definición específica, por lo que muchas instituciones en Guatemala lo definen con base en la cantidad de empleados y volumen de ventas, como: (CIEN, 2010)

- **MINECO** (Ministerio de Economía): lo categoriza por el número de empleados.
- **BCIE** (Banco Centroamericano de Integración Económica): lo definen por el número de empleados, definiéndolos por segmentos.
- **CIG** (Cámara de Industria): La clasifican por el programa de apoyo a beneficiarios (cantidad de empleados) y para empresas industriales (activos totales, cantidad de empleados y ventas anuales).
- **AGEXPORT**: por tamaño de activos totales.

Existen diferencias entre la micro empresas y pequeñas empresas:

- **Microempresas**: Generan autoempleo, son unidades económicas de subsistencia, estas cuando tienen excedentes lo utilizan para una necesidad de consumo y su producción es más informal en el mercado.
- **Pequeñas empresas**: Estas generan empleo y tienen una relación más formal entre capital y trabajo. Buscan el desarrollo de la empresa y los excedentes los ahorran o invierten.

El dimensionamiento de las empresas se da a través de la cantidad que existen en Guatemala y la división que tienen, por el tipo de empresa y la cantidad de empleados.

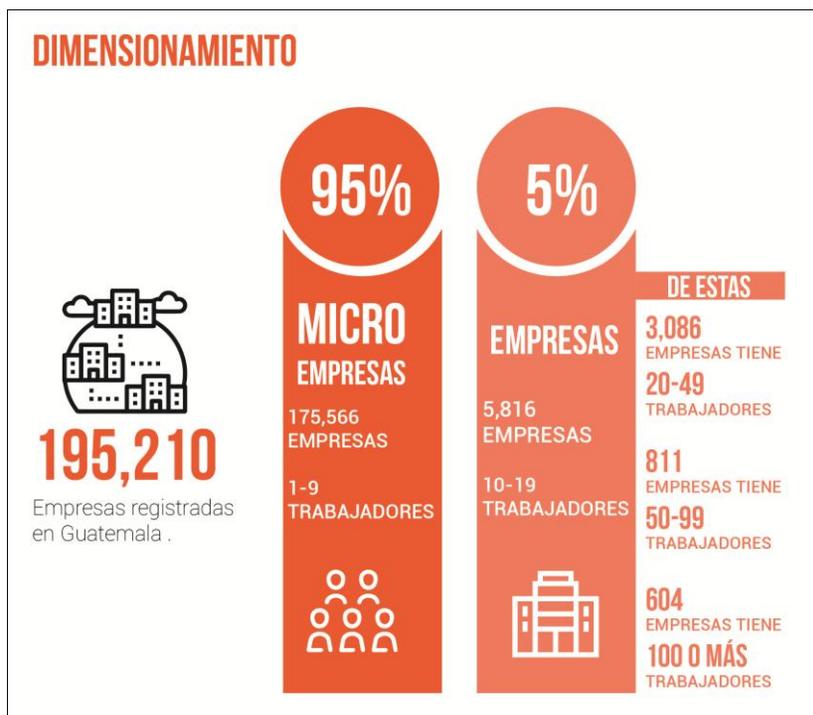


Ilustración 1. Dimensionamiento. Fuente: Propia.

La necesidad de buscar un trabajo y no conseguirlo justamente a llevando a las personas a auto emplearse. El 90% de las empresas son de propietarios individuales y el 8% están bajo una sociedad anónima. Estas últimas cuentan con una cantidad de trabajadores entre un rango de 20 a más de 100.

Las principales actividades económicas en Guatemala son las siguientes:

Según la ENEI (ENEI, 2018) el 87% de los trabajadores en el país están dentro de las MIPYMES, de estas 68% son micro-empresas que reciben Q 1,268.00, mientras que las pequeñas (7%) y medianas empresas (4%) ganan un promedio de Q2,192.00 a Q2,210.00. Esto evidencia la informalidad en la economía, la cual es otro reto para la calidad de empleo en el país, pues la economía formal genera 2.6 veces más ingresos que la informal.



Ilustración 2. Principales actividades económicas en Guatemala. Fuente: Propia.

La participación internacional de estas empresas se da por medio de terceros pero la mayoría de su comercialización se da más localmente. No se tienen estadísticas sobre su participación en mercados internacionales, sin embargo los PYMES han tenido un 70% de transacciones regionales. Estas tienen una desventaja frente a grandes firmas por el nivel de calidad, financiamiento, conocimiento de mercado, empaque y etiquetado, tecnología y establecimiento de redes que le dan baja en la cadena de valor.

Toda MIPYME debe innovar para poder mantenerse en el mercado, especialmente en el ámbito tecnológico. Esto puede aportar a la reducción de costos, tiempo, recursos humanos, entre otros. Según encuestas del Banco Mundial (Banco Mundial, 2010), en Guatemala no se invierte en innovación por seguir con modelos tradicionales y conocidos en comparación con otros países.

### *2.1.1.1 Áreas de trabajo para MIPYMES*

En dependencia de la cantidad de empleados por MIPYME, se puede establecer el área de trabajo, como: oficinas, bodegas o talleres. Un taller es un espacio físico que permite el desarrollo de actividades de trabajo. Estos generalmente buscan, proveer no solo el espacio sino también las herramientas necesarias para desarrollar trabajos en distintos materiales. El equipamiento de estas unidades se deriva de diversos factores tales como: las necesidades productivas del espacio, el tipo de productos que se producen y los materiales que se trabajan. Así el equipamiento de un espacio de trabajo debe contar con diversas herramientas básicas y multifuncionales (barreno, sierras, prensas, tornos, lijadoras, cepillos, entre otros)<sup>1</sup> como requisito mínimo y con diversas herramientas especializadas.

---

<sup>1</sup> Las herramientas básicas son solo un bosquejo de lo que se puede necesitar en un espacio de taller, no es obligatorio contar con ellas en un espacio de trabajo pero son una sugerencia para tener un mejor desempeño.

### 2.1.2 Herramientas

Más allá del objeto físico, el concepto de herramienta también se utiliza para nombrar a cualquier procedimiento que se mejora mediante la capacidad de realizar ciertas tareas.

Las herramientas también son los utensilios específicos que utilizan los artesanos u otros trabajadores para el desarrollo de sus tareas especializadas, actualmente existen herramientas muy específicas para distintos ámbitos. (Pérez Porto & Merino, 2010)



Ilustración 3. Herramientas. Fuente: Propia.

### *2.1.2.1 Termoplásticos*

Un termoplástico es una variación de polímero que se vuelve suave o maleable al calentarlo, y que se endurece a medida que se enfría. Este es un proceso que se puede repetir varias veces, permitie volver a transformar la pieza de plástico con el solo hecho de calentarla (Dadachanji, 2018). Estos polímeros pueden tener distintas configuraciones, por lo que se pueden encontrar en el mercado distintos materiales con diversas características en dependencia de la composición de cada uno de estos materiales. Una de las particularidades más interesante de esta subdivisión de los plásticos, es la amplia gama de procesos de producción que integra tales como: laminado, piezas por extrusión, hilado fibras, piezas por inyección, entre otros (Dadachanji, 2018).

En el caso de la piezas laminadas, estas son generalmente utilizadas para revestimientos, recubrimientos y creación de material POP, debido a que

se aprovecha la variedad de texturas, colores y grosores que ofrecen estos materiales, así como su reducido peso y su amplio valor estético (Comunicación personal, 7 de abril, 2018, Flores, Manola).

### *2.1.2.2 Láminas termoplásticas*

Las láminas termoplásticas son muy populares en el mercado y de esta se aprovecha la amplia diversidad de polímeros que las componen y la variedad de características que estos materiales pueden ofrecer en dependencia de su composición química. Es importante agregar que los estándares comerciales de configuración de estos materiales son de 4x8 pies o de 6x8 pies dependiendo del espacio geográfico y de los proveedores. Algunos de estos materiales son (Dadachanji, 2018):

- **Acrílico (Plexiglas®):** Es un gran sustituto del vidrio laminado, debido a su alto grado de transparencia. Este material es muy atractivo por su variedad de colores y texturas, así como

- diferentes grados de transparencia (Dadachanji, 2018).
- **Polivinilo (PVC):** Es un material de baja densidad, resistente a los ácidos y bases, principalmente utilizado para construcción donde se aprovechan sus características aislante eléctrico, su flexibilidad y su impermeabilidad (Dadachanji, 2018).
  - **Policarbonato:** Piezas de alta estabilidad física y química, resistentes a los rayos UV, de gran estabilidad dimensional y resistencia alta al calor. Es un material utilizado en situaciones de alto impacto pero también utilizado por su valor estético (altamente transparente). (Plastics International, 2018)

- **Nylon:** Por su alta resistencia a la abrasión, se utiliza para hacer piezas mecánicas que puedan estar en áreas de alto rendimiento y por lo tanto alto desgaste. Además puede utilizarse para hacer piezas resistentes al calor. (Plastics International, 2018).

### *2.1.2.3 Procesos de transformación de láminas termoplásticas*

Generalmente es necesario hacer uso de distintos procesos para obtener piezas, consideradas productos finales, a partir de estos materiales. Existen diferentes alternativas de producción que son altamente utilizadas tales como: el corte y grabado láser, dobleces con termo formado, pegado en ángulo, perforado, sisado, entre otros. Esto materiales ofrecen amplia flexibilidad productiva y cuentan con la ventaja de poder ser transformados en diversas posibilidades utilizando como instrumento base

el calor. (Comunicación personal, 7 de abril, 2018, Flores, Manola).

En el caso de Guatemala, las láminas termoplásticas cuentan con dos mercados bastante específicos: construcción y publicidad.

En el caso de la rama publicitaria, los procesos de transformación suelen llevarse a cabo en talleres especializados para material POP y se ha estimado que el mercado local tiene una demanda de productos personalizados y de tirajes cortos, por lo que generalmente se fabrican entre 1 y 50 unidades por solicitud en la mayoría de estos talleres, (Comunicación personal, 7 de abril, 2018, Gerente, Flores Manola).

También es importante considerar las dimensiones de los materiales y la diversidad de grosores en los que es posible trabajarlos. En el caso de los productos finales, estos no suelen superar los 60cm, pues en general son piezas pequeñas de exhibición para colocación en mesas;

si estas superen dicha medida, tienden a no necesitar mayores procesos de transformación.

Por otro lado, en el caso de los grosores, se trabaja con láminas de 2mm, 3mm, 5mm, 6mm<sup>2</sup> y en escasas ocasiones, con láminas de 8mm. (Comunicación personal, 7 de abril, 2018, Gerente, Flores Manola).

---

<sup>2</sup> Este grosor de planchas solamente se maneja solo en algunas ocasiones.

## TERMOPLÁSTICOS



Variación de polímero que se vuelve suave o maleable al calentarlo, y que se endurece a medida que se enfría.

Una de las particularidades más interesante de esta subdivisión de los plásticos, es la amplia gama de procesos de producción que integra tales como: laminado, piezas por extrusión, hilado fibras, piezas por inyección, entre otros.

TIPOS DE LAMINAS  
 TERMOPLÁSTICAS  
 POPULARES  
 GUATEMALA



Ilustración 4. Termoplásticos. Fuente: Propia.

## 2.2 Necesidad

Al momento de trabajar con láminas termoplásticas en talleres especializados en material POP o publicitario, es común que se haga uso de métodos rudimentarios o de baja precisión para los procesos de doblado y pegado de piezas. Esto se debe, a que en el mercado son pocas las opciones para sistematizar estos procesos cuando se trabaja en pequeñas escalas, (entre 1 y 50 piezas aproximadamente) dado que las maquinarias existentes son para producciones industriales y tirajes semindustriales. Por otro lado, las opciones alcanzables para este tipo de negocios muchas veces no cumplen con estándares de calidad, pues son herramientas de mano pequeñas que no cumplen con las demandas y exigencias del segmento.

Trotec empresa especializada en su división LaserTEc presenta la necesidad de optimización en el proceso de doblado y pegado de piezas de láminas termoplásticas al

momento de generar producciones cortas (1 a 50 unidades) de material POP.

Por ello, se necesita una herramienta que ayude a precisar el doblado de las piezas termoplásticas, así como la eficacia al momento de pegar dos piezas, debido a que se desperdicia mucho material, lo cual involucra pérdida monetaria y de material. La herramienta debe ser de un tamaño pequeño, para que pueda colocarse dentro de talleres en un área aproximada de 40cm\*60cm, ya que es el tamaño estándar de una mesa de taller.

## 2.3 Actores involucrados

### 2.3.1 Cliente

Trotec es una empresa salvadoreña que se dedica a la venta y distribución de maquinaria y artículos para talleres, industria y empresas que necesiten trabajar en la modificación de láminas termoplásticas para la creación de material POP, o para la creación de objetos personales

con base en estos materiales. Esto se realiza, en la región centro americana, siendo Guatemala y El Salvador sus principales mercados.

Trotec cuenta a su vez con una división de producción de artículos promocionales y POP llamada LaserTec, a partir de los cuales ha ganado experiencia en el proceso de transformación de estos materiales, utilizan las mismas maquinarias que ellos distribuyen. Es importante resaltar que Trotec también encuentra esta necesidad en diversos clientes, por lo que ve la oportunidad de solucionar el problema por medio de una herramienta que se pueda agregar a su línea de productos y así pueda ofrecer nuevas posibilidades a aquellas empresas a quienes ya ha fidelizado.

### 2.3.2 Consumidor y usuario

Talleres especializados en la elaboración de material POP o piezas publicitarias a medida.

Actualmente tanto LaserTec, como otras empresas de material POP y publicidad tienen problemas para manejar los procesos de pegado y doblado de láminas termoplásticas, pues dependen únicamente de pequeñas herramientas manuales o de procesos rudimentarios para poder llevar a cabo estas producciones. Como resultado se obtienen acabados de baja calidad, lo que incluso ha generado que algunas empresas opten por no incluir este proceso como parte de su cartera de servicios.

#### *2.3.2.1 Perfil consumidor y usuario primario*

- Micro y pequeñas empresas.
- Situadas en el área metropolitana de las capitales centroamericanas.
- Se trabajan doblado y pegado de láminas termoplásticas o buscan incluirlo en su cartera de servicios.
- Buscan alcanzar altos estándares en sus producciones de tiraje corto.

### *2.3.2.2 Perfil consumidor y usuario secundario*

Personas entre 18 y 50 años, hombres y mujeres, influenciados por las tendencias del *DIY*; diseñadores, amas de casa, padres de familia, maestras, instructoras de manualidades, artesanos y artista; personas en un rango de nivel medio o alto de la población, y que se encuentran concentrados principalmente en el área metropolitana.

Tienen la curiosidad o necesidad de trabajar con láminas de material termoplástico para trabajos pequeños, experimentación o producción de obras artísticas unitarias.

Para entender mejor al usuario y su interacción con el producto, se debe tomar en cuenta sus medidas antropométricas, las cuales varían dependiendo de la región en el mundo donde se esté realizando (Avila-Chaurand, Padro León, & González, 2007).

Se hizo un estudio antropométrico dentro de los operarios de ambas MIPYMES donde se tomaron en cuenta los alcances de cada uno, para lograr el tamaño adecuado para la herramienta.

## ANTROPOMETRÍA TRABAJADORES MIPYMES

### TRABAJADORES MUJERES DE 18 A 40 AÑOS MIPYMES



Percentil	5	50	95
Alcance brazo frontal	58.3cm	65cm	72.3cm
Estatura	148cm	158cm	165.3cm
Largo palma de mano	15.1cm	17cm	17.4cm

### TRABAJADORES HOMBRES DE 18 A 40 AÑOS MIPYMES



Percentil	5	50	95
Alcance brazo frontal	58cm	65cm	79cm
Estatura	158cm	167cm	175cm
Largo palma de mano	15.8 cm	17.1 cm	18cm

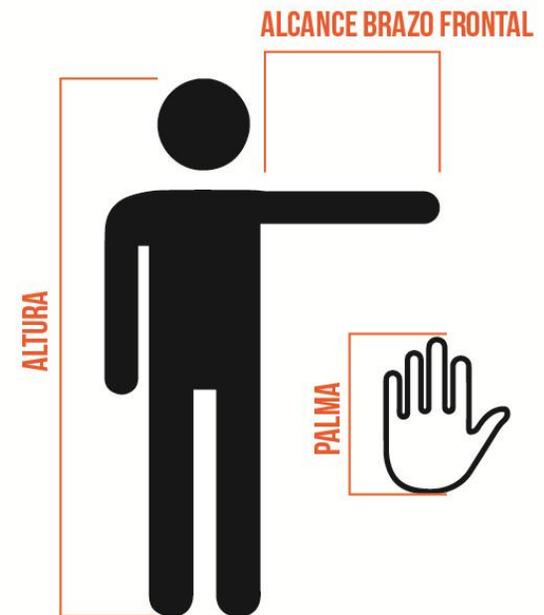


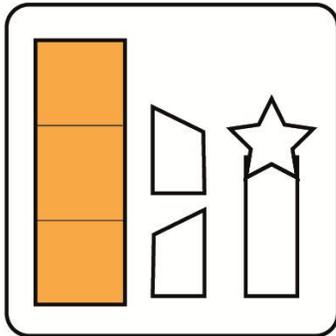
Ilustración 5. Antropometría trabajadores MIPYMES. ,Fuente: Propia

## 2.4 Análisis retrospectivo

Para explicar mejor cómo se trabaja en LaserTEC, a continuación se presenta un ejemplo de cómo se puede generar un premio, en el cual se aplica el doblado y pegado de piezas de termoplástico:

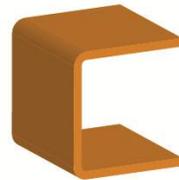
### DOBLADO

#### CORTE



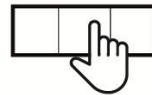
Se cortan las piezas en la plancha de acrílico

#### Paso 1: Doblar la base



Para generar la base se debe doblar la pieza a continuación se presentan los pasos .

1.



Se selecciona la pieza que se desea doblar

2.



Se coloca la pieza encima de una fuente de calor, hasta que la pieza este maleable.

3.



Se dobla la pieza , se deja enfriar junto a algún objeto que mantenga la forma que se necesita.

### PROBLEMAS ✘

Al solo ser una resistencia puede que donde se marque el dobles se genere imprecisión



Con los objetos que tiene contacto pueden crear manchas o ralladuras



Generación de manchas y rayaduras



Falta de precisión en los vertices.



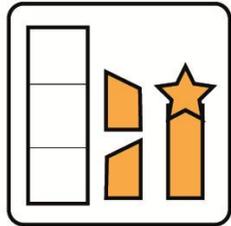
Al trabajar en serie no todas las piezas quedan igual o simétricas.

Ilustración 6. Doblado. Fuente: Propia

Los problemas en los dos casos pegado y doblado son continuos en el proceso de fabricación, como lo es, la generación de manchas por dos factores: el primero es el mal uso del pegamento y el segundo es porque se utilizan diferentes cosas; estas contienen manchas de pintura que perjudican el estado de la pieza a generar.

## PEGADO

### CORTE



Se cortan las piezas en la plancha de acrílico.

### PROBLEMAS

- ✘ El pegado de las piezas no se puede realizar si el canto que se pega no está a 90°.
- ✘ Es necesario utilizar las dos manos para pegar las piezas.

Paso 2: Pegar las piezas a la base.



  
 Generación de manchas y rayaduras.

  
 Falta de precisión en los vértices.

  
 Al trabajar en serie no todas las piezas quedan igual o simétricas.

Ilustración 7. Pegado. Fuente: Propia

Como se puede observar al momento de construir cualquier objeto promocional se debe tomar en cuenta qué piezas deberán ir dobladas y a cuáles se les debe aplicar pegamento o disolvente según el material elegido.

#### 2.4.1 Análisis de soluciones existentes

Se presentan 13 alternativas existentes, las cuales se dividen en: proceso de doblado y pegado de materiales termoformables. Se utiliza la matriz PIN, con el fin de identificar los aspectos más relevantes para ser considerados en cada una en estas propuestas, así como los errores que se deben evitar.

2.4.1.1 Doblado

Alternativa	Descripción	Positivo	Negativo	Interesante
	<p>Planchas para calentar acrílico            Para planchas aproximadamente de 10x10 cm. Estas funcionan como una pinza, en la que se inserta la pieza que se busca doblar para que esta reciba un flujo de calor que permita doblarla.</p>	<p>Fácil de usar, no le genera burbujas en los materiales al doblarlo. Genera un flujo de calor homogéneo desde ambas caras del material</p>	<p>Con una dimensión máxima de 10 cm por pieza a doblar, se limita considerablemente su aplicación en el contexto de un taller especializado.</p>	<p>Su forma es similar a la de una plancha de pelo. El precio por unidad es bastante bajo, aproximadamente es de Q.600.00</p>

Ilustración 8. Acrylic Bender. Fuente: <http://shopping-sign.com/es/home/8-acrylic-bender.html>



Ilustración 9. Heater for Bendig Platics.  
 Fuente:  
<https://www.amazon.com/FTM-Heater-Bending-Plastics-heated/dp/B003660646>



Ilustración 10. Plastic Bender Heater Light box PVC. Fuente:  
<https://www.ebay.com/itm/220V-52-1300mm-Upgraded-Acrylic-Plastic-PVC-Bending-Machine-Heater-for-Lightbox-/282459403363>

<p><i>FTM, Inc FS-24 2 ft. Strip Heater for Bending Plastics (1/2" wide heated area)</i></p> <p>Resistencia con base, de 2 pies de largo y un área de ½ plg para colocar las piezas plásticas.</p>	<p>Fácil de usar, no presenta burbujas en los materiales. Permite trabajar fácilmente con piezas de hasta 2 pies (60 cm) de largo.</p>	<p>El precio de esta pieza es de Q2200.00. Esta alternativa no cuenta con ninguna base o estructura por lo que no se puede controlar directamente el proceso de doblado.</p>	<p>La resistencia cuenta con un forro de cerámica para mantener el calor de la pieza.</p>
<p><i>Plastic Bender Heater Light box PVC</i></p> <p>Dobladora de acrílico con graduación de temperatura. Este cuenta con una estructura para poder hacer dobleces en ángulo</p>	<p>Fácil de usar. No genera burbujas en el material. Por su tamaño brinda mayor facilidad para trabajar con piezas de acrílico de hasta 120 cm.</p>	<p>Su precio es de Q8825.00. Solo permite doblar piezas. La resistencia se ubica en el medio de las piezas al doblarlas propicia daños.</p>	<p>La resistencia posee un forro de cerámica para mantener el calor de la pieza.</p> <p>La temperatura es regulable.</p>



Ilustración 11. Dobladora de acrílico para ángulos rectos. Fuente: <https://es.aliexpress.com/item/Acrylic-Right-Angle-benders-Edge-Hot-bending-machine-Luminous-word-bending-machine-advertisement-Acrylic-soldering-iron/32304374021.html>

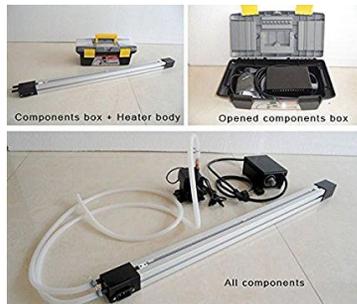


Ilustración 12. Dobladora de acrílico con enfriamiento de agua. Fuente: [MLM-590173000-doblador-para-acrilico-60-cm-con-sistema-de-enfriamiento](https://www.aliexpress.com/item/MLM-590173000-doblador-para-acrilico-60-cm-con-sistema-de-enfriamiento)

<p>Dobladora de acrílico para ángulos rectos</p> <p>Herramienta para marcar ángulos. Generalmente utilizada para doblar planchas termoplásticas cuando se encajonan letras</p>	<p>Fácil de usar, no genera burbujas en el material. Calienta la pieza rápidamente por que aplica calor en ambos lados del objeto a doblar.</p>	<p>El tamaño máximo de piezas que se pueden doblar con este instrumento es de dos piezas de 10 cm. Esto limita considerablemente el trabajo.</p>	<p>El modo de uso del objeto y tamaño compacto que presenta.</p>
<p>Dobladora de acrílico con enfriamiento de agua</p> <p>Calentador de acrílico. Este permite doblar piezas de lámina termoplástica por medio de una tira de 12" de largo y 1.6mm de grosor.</p>	<p>Las piezas que se trabajan en esta opción mantienen una temperatura bastante baja por el flujo de agua continuo que posee la unidad.</p>	<p>Esta pieza solo es una resistencia que obliga a hacer el trabajo de forma manual. Su costo excede los Q.2000.00</p>	<p>El flujo de agua utilizado para mantener una temperatura es constante</p>

2.4.1.2 Pegado

Alternativa	Descripción	Positivo	Negativo	Interesante
 <p>Ilustración 13 Jeringa. Fuente: <a href="https://www.medicalcenter.com.mx/jeringa">https://www.medicalcenter.com.mx/jeringa</a></p>	<p><b>Jeringa</b>            Jeringa para aplicar el cloruro. Contiene un pequeño orificio para controlar el flujo de cloruro.</p>	<p>Fácil de usar, solo es necesario presionar levemente para dejar salir el pegamento.</p>	<p>Es un proceso 100% manual que puede dar lugar a muchos errores.</p>	<p>Método más común para la aplicación de estos pegamentos.</p>
 <p>Ilustración 14 Prensa esquinera. Fuente: <a href="http://todofer.com/prensa.esquina">todofer.com/prensa.esquina</a></p>	<p><b>Prensa esquinera</b>            Prensas de 90° que ayudan a mantener en su lugar las dos piezas, mientras estas se adhieren con el pegamento.</p>	<p>Puede mantener las piezas del acrílico a 90° en lo que se aplica el cloruro.</p>	<p>Para este proceso se necesita precisión sobre el material, pues se puede dañar algunos de los materiales en plancha termoformables.</p>	<p>El sistema de sujeción utilizado para mantener las piezas a 90°.</p>



Ilustración 15. Imán Escuadra para soldar con interruptor.  
 Fuente: [accesorios-para-soldar/4706-iman-escuadra-para-soldar-con-interruptor-14-kg.html](http://accesorios-para-soldar/4706-iman-escuadra-para-soldar-con-interruptor-14-kg.html)



Ilustración 16. Pegado con cinta adhesiva. Fuente: [plasticosberraca.com](http://plasticosberraca.com)

<p><b>Imán Escuadra para Soldar con Interruptor</b>                      Prensas para mantener unidas dos piezas al momento de soldarlas en un ángulo de 90°.</p>	<p>Puede mantener las piezas de un material a 90°.</p>	<p>Tiene que tener una base metálica para funcionar.</p>	<p>Tiene un interruptor para encender o apagar el magnetismo del imán de 14kg.</p>
<p><b>Pegado con Cinta adhesiva</b>                      Es un proceso de pegado manual y 100% artesanal.                       En este se utiliza cinta adhesiva para sostener las piezas que se necesitan unir.</p>	<p>Es muy barato y asequible para cualquiera que esté interesado en llevar a cabo un proceso de pegado en láminas termoplásticas.</p>	<p>Es una técnica manual/artesanal, da lugar a que se cometan muchos errores, además no hay garantía de calidad pues el ángulo en que se pegan las piezas solamente es un aproximado al que se desea.</p>	<p>Es un proceso muy comúnmente utilizado en las pequeñas y micro empresas que utilizan láminas termoplásticas.</p>

2.4.1.3 Casos análogos

Alternativa	Descripción	Positivo	Negativo	Interesante
 <p>Ilustración 17. Guillotina de papel. Fuente: <a href="https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-619432016-guillotina-cizalla-papel-rafer-540x440mm-a3-base-de-metal-_JM">https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-619432016-guillotina-cizalla-papel-rafer-540x440mm-a3-base-de-metal-_JM</a></p>	<p><b>Guillotina de papel</b>            Cortadora de papel. Permite rebanar piezas de papel en línea recta.</p>	<p>Corta varias hojas de papel en un mismo movimiento. Es portable y es de materiales resistentes como metal y madera.</p>	<p>Puede dar lugar a errores si no se coloca correctamente el papel por parte del operario.</p>	<p>Tiene una cuadrícula en toda la base, la cual sirve como guía para alinear, sin tener que utilizar otro instrumento para medir.</p>



Ilustración 18 DL 2000. Fuente: <https://www.clasf.mx/dobladora-de-lamina-manua>

<p><b>DL 2000</b> Dobladora de lámina manual</p>	<p>Se puede doblar con precisión un material fuerte como el metal. Se pueden generar diferentes ángulos.</p>	<p>No es posible hacer dobleces en ángulos muy cerrados, (menores a los 45°).</p>	<p>Utiliza una palanca para facilitar el doblado de la lámina.</p>
--	--	---	--

## Conclusión

Todos los productos explorados ofrecen alternativas que podrían aplicarse para facilitar el método que actualmente realizan. Muchas de estas se consiguen en línea, dado que no es un producto nacional y obligatoriamente se tiene que mandar a traer al país que lo fabrique o distribuye, constituye esto una limitante, debido a que los precios son elevados y no adaptados al contexto esto en la parte económica, en la parte de funcionalidad las propuestas de

doblado en su mayoría tienen una fuente de calor, la diferencia es la manera de aislar la temperatura, lo más llamativo de la Plastic Bender Heater es la manera en como por medio de un perfil de aluminio, colocado como aislante, en este fluye constantemente agua, gracias a que posee un bomba de agua, esto hace que sea un aislante que mantiene una temperatura estable pero al tener una fuente de agua la cual se traduce en un bote, lo hace poco

útil ya que en un taller de trabajo tener objetos líquidos muchas veces pueden perjudicar no solo la pieza que se esta trabajando sino también otras piezas.

Por otra parte los casos análogos como lo es la guillotina de papel muestra como atrás de una cuadrícula el ojo humano puede generar líneas rectas que nos ayudan a

tener mayor precisión, sin la necesidad de algún otro objeto de medición.

## 2.5 Teoría de diseño

### 2.5.1 Diseño de herramientas

Toda herramienta se elabora con base en las necesidades puntuales, es por ello que para generarlas se debe tomar en cuenta que no cree malestar, fatiga y desórdenes de músculo relacionados con el trabajo que esta sufre. También logra que el usuario minimice la cantidad de fuerza que se necesita para la realización de un trabajo en específico.

### 2.5.2 Diseño funcional

Este tipo de diseño se centra en que el usuario pueda suplir la fatiga al realizar algún trabajo, se intenta proporcionar al usuario una base o herramienta que ayude a disminuir la fatiga y mejorar la calidad de los productos finales.

### 2.5.3 Semiótica de seguridad industrial

Las máquinas herramienta representan un riesgo para las personas que no están familiarizadas con su uso. Antes de utilizarla, es necesario comprender completamente su utilización para prevenir accidentes, es por ello que se crean los símbolos que acompañan cada herramienta

como lo pueden ser: precaución caliente, no tocar, entre otros.

Para este tipo de herramienta que se generará sí es necesario la colocación de un símbolo en específico y es: el de precaución de la superficie caliente, esto indica que tenemos que tener cuidado ya que la superficie o objeto puede exceder los 100° c.

### 2.5.4 Material y procesos

Los materiales utilizados en estos tipos de herramientas son seleccionados con base en la función que tienen predeterminada, es por ello que los materiales comúnmente utilizados en este tipo de herramientas son: los plásticos como el PLA y metales como la lámina de acero 10/18; la cual se utiliza por el bajo precio y durabilidad del mismo.

### 3 Conceptualización

#### 3.1 Planteamiento del problema

Los talleres y empresas especializados en la producción y fabricación de material publicitario, utilizan como material base las planchas termoplásticas, son empresas que producen sus propios productos, elaborándolos manualmente desde cero, y no cuentan con una maquinaria industrializada para la fabricación de estos, dicho procedimiento hace que se elaboren productos en series semindustriales. Por lo anterior tienen desventaja sobre la cadena de valor como productos competitivos en el mercado.

La situación actual de estas empresas es que no poseen las suficientes herramientas para innovar y ser competentes dentro del mercado nacional e internacional, y en Guatemala no es aún de mucha relevancia implementar dichos procedimientos en cada empresa, pues se sigue trabajando de la manera tradicional. Actualmente en Guatemala hay empresas, como LaserTEC que cuenta con cinco empleados y buscan ser

innovadoras para ser competitivos dentro del mercado. Ellos realizan material publicitario para algunas empresas en Guatemala, elaborados a base de planchas termoplásticas, vinil, entre otros. Se comprobó que en esta empresa elaboran sus productos manualmente teniendo en cuenta que existen herramientas que pueden ayudar con la producción, pero no las poseen, puesto que no se comercializan en el país e importarlas representa un costo alto. Muchas de estas herramientas son totalmente industrializadas, lo cual no se adapta al contexto, la producción debería ser verdaderamente alta para poder cubrir el gasto que representa una máquina de este tipo.

Se detectó que los operarios de la empresa LaserTEC que elaboran los productos manualmente tienden a apoyarse de utensilios hechos, como: botes de pintura, tablas, libros o cualquier otro objeto que les ayude a mantener cierta posición para poder realizar los diferentes dobles

o pegar los objetos, al ser esto una manera deficiente para su elaboración.

En Guatemala existen muy pocas opciones de herramientas de trabajo manual con la que los operarios deberían de trabajar para poder lograr los diferentes ángulos o vértices que una pieza de termoplástico requiere.

## 3.2 Marco lógico del proyecto

### 3.2.1 Objetivo general

- Proporcionar una herramienta de precisión y mejoramiento en la calidad final del producto, al momento de manipular acrílico.

### 3.2.2 Objetivos específicos

- Disminuir el tiempo de calentado y doblado de las piezas de acrílico en pequeñas y medianas empresas.
- Utilizar materiales que se puedan conseguir fácilmente en Guatemala.
- Que sea fácil de manipular por el operario.
- Que pueda ser transportable y manipulable para los operarios.

### 3.3 Requerimientos y parámetros

Los requerimientos y parámetros para el proyecto se derivan de las necesidades de producción, así como de los grados de tolerancia necesarios para tener una herramienta que pueda introducirse a un mercado bajo el concepto de una termoformadora lineal y estructura de pegado para plásticos termoformables. Además, intervienen factores como los aspectos necesarios para la seguridad y los aspectos tecnológicos para su funcionamiento eficaz. Los requerimientos se dividen en

dos tipos: los críticos, que se identifica con un DEBE, los cuales son necesarios para el éxito del proyecto y deben responder a la viabilidad en su ejecución; y los deseables, que se identifican con un PUEDE, los cuales son aspectos complementarios que ayudan a generar valor para el producto, pero que no tienen un carácter fundamental para el funcionamiento del producto ni el éxito del proyecto.

#### 3.3.1 Objeto

Requerimiento	Parámetro
Debe utilizar materiales resistentes al calor.	Materiales como metal y arcilla que soporten temperaturas de 200° en contacto directo con la fuente de calor y de 100° o más en otras áreas.
Debe utilizar materiales de alta durabilidad.	Metales, arcilla y resistencias que soporten el trabajo constante.
Debe tener un área imantada.	Materiales con propiedades magnéticas y resistentes para sostener cada pieza que se doble y pegue.

### 3.3.2 Tecnología

Requerimiento	Parámetro
Debe tener una fuente de calor.	La fuente de calor debe ser eléctrica y alcanzar los 130°C.
Debe aislar la fuente de calor.	La herramienta debe ser aislada por la arcilla y soportar temperaturas mayores a 100°C.
Debe tener un regulador de temperatura.	El regulador de temperatura debe permitir colocar la resistencia en un rango de temperatura entre 50°C a 150°C.
Debe responder a la conexión de corriente eléctrica general para el área de distribución del producto.	El producto viene adaptado para una corriente eléctrica de 110 voltios.

### 3.3.3 Antropometría

Requerimiento	Parámetro
Debe tener un tamaño adecuado para el radio de agarre de los usuarios.	Las medidas corresponden al percentil 5, de hombres y mujeres.
Debe brindar comodidad para trabajar el material termoplástico.	Se debe tener una base que ayude a mantener el material estático al momento de manipularlo.
Debe permitir el agarre cómodo y seguro para el usuario.	Puede tener un material antideslizante alrededor del área de agarre.
Debe mantener la espalda del usuario recta.	La espalda del usuario se mantiene en una posición natural y cómoda.

### 3.3.4 Interfaz y uso

Requerimiento	Parámetro
Debe permitir ser transportado cómodamente.	Puede tener accesorios en su estructura para facilitar el transporte.
Debe comunicar al usuario cuando la herramienta esté encendida .	Puede tener alguna señal sonora o luminosa que lo indique.
Debe permitir hacer dobleces en ángulo.	Debe permitir dobleces en ángulos entre: 0° a 130°
Debe permitir visibilidad de las guías de soporte para el proceso.	Puede utilizar colores o texturizado.

### 3.3.5 Mercado

Requerimiento	Parámetro
Debe ser comprensible para el usuario.	Debe tener un manual de uso, el cual puede apoyarse de cualquier técnica visual, según sea necesario.
Debe tener un precio de venta competitivo.	El precio de venta debe rondar en un rango de Q800.00 a Q2,000.00.
Puede tener un empaque.	Puede considerar el tipo de empaque y embalaje necesario para colocar la herramienta en el mercado.

### 3.4 Proceso de conceptualización

#### 3.4.1 Moodboard

Se utilizó la técnica de moodboard para visualizar como de una máquina industrial especializada surgen herramientas que hacen el mismo trabajo pero son más pequeñas, como se ve en el primer cuadro, las opciones de dobladoras de acrílico. En el segundo, se encuentran herramientas de trabajo que comúnmente se ven en talleres domésticos o laborales. En el tercero, se ven maquinas industriales que hacen trabajos con más potencia o en un rango mayor de producción.



Ilustración 20. Moodboard. Fuente: Propia

### 3.4.2 Tabla de materiales

Se hizo un estudio en donde se buscó ubicar en distintos materiales cuales cumplían con las características necesarias para utilizarlo en el diseño final.

Se crearon 5 categorías y cada una se identifica con un color para identificar cada una en los materiales

- **Morado** :resistente al calor
- **Rosado** :alta durabilidad
- **Verde** : apariencia según concepto
- **Celeste**: fácil de conseguir en Guatemala
- **Precio**

Con esto, se pudo identificar los materiales que tendrán un mejor desempeño en dependencia del objeto que va a ser aplicado.

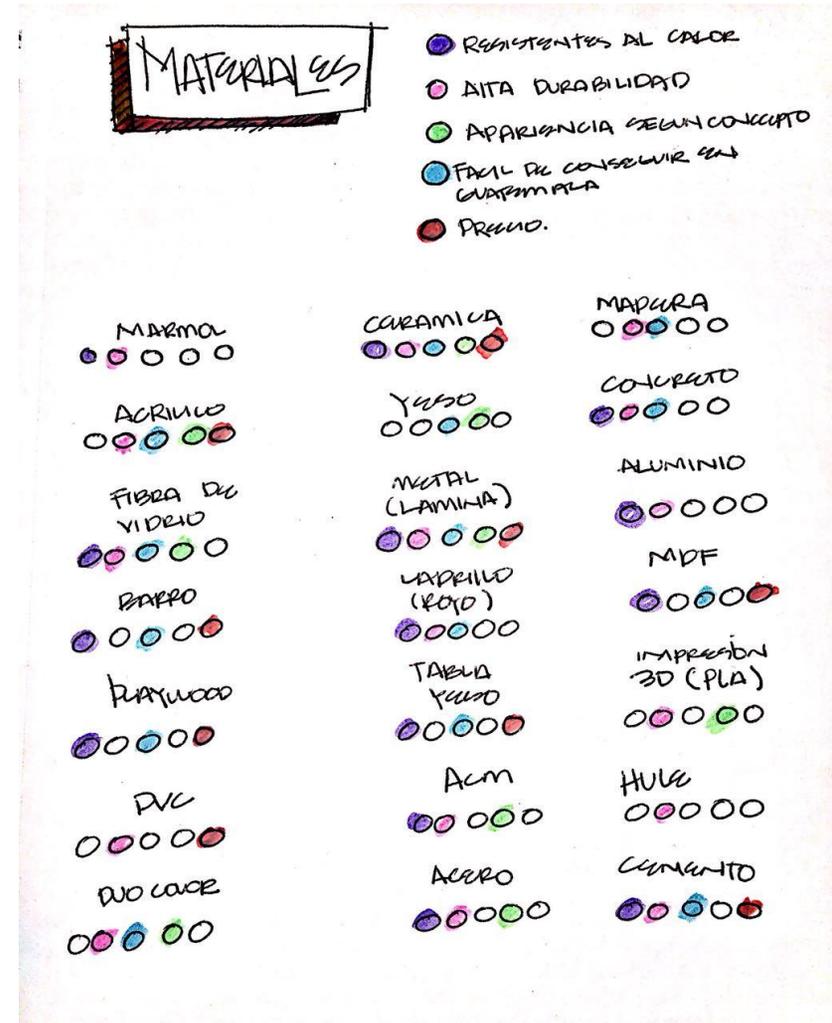


Ilustración 21. Cuadro de Materiales. Fuente: Propia

### 3.4.3 Primera fase de bocetaje

Como primeros bocetos o generación de ideas, se utilizó la herramienta o escuadra que se ve en la imagen, la cual funciona como base para realizar el pegado de piezas, esta fue la primera forma de probar una solución rápida en el taller, donde por tiempo se necesitaba solucionar el problema de forma inmediata.

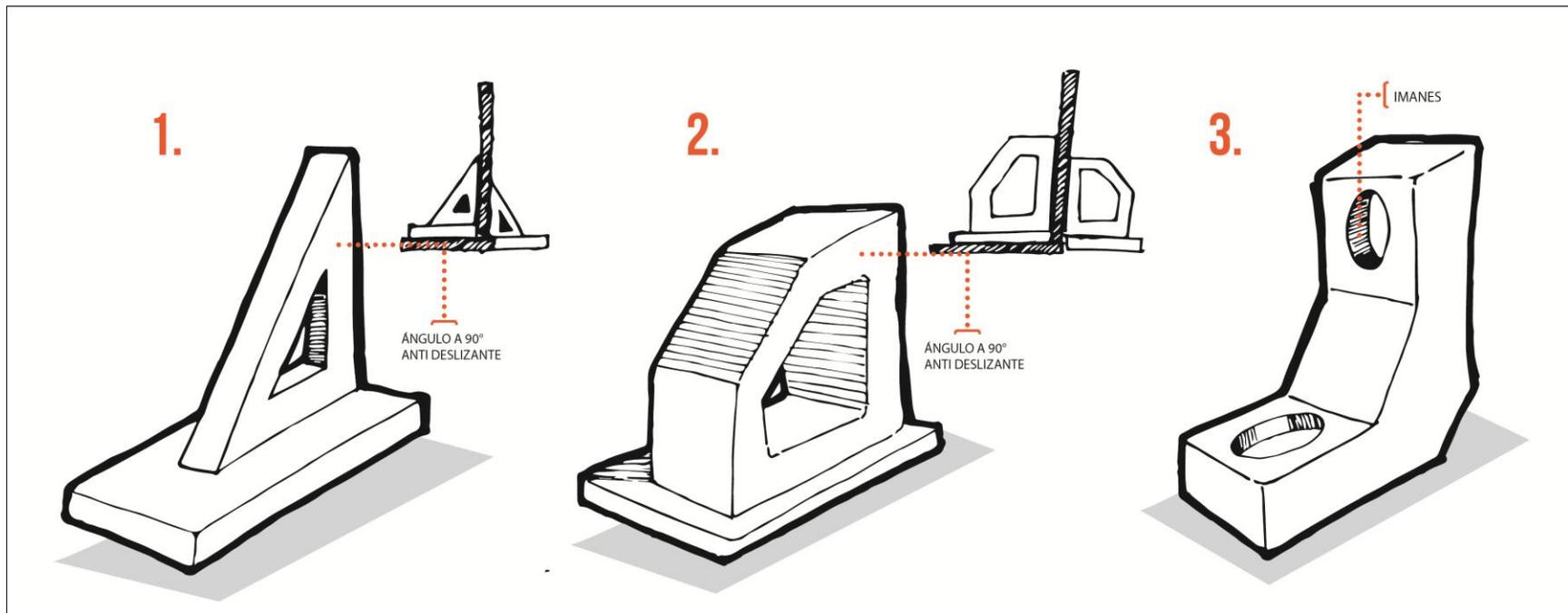


Ilustración 22. Escuadras. Fuente: propia

### 3.4.4 Segunda fase de bocetaje

Se generó una segunda solución por medio de bocetaje, para ver los alcances de la propuesta por eso, no solo se trató de una forma que permitiera generar ángulos de 90°, pues se vio la posibilidad de trabajarla las piezas dobladas y pegadas, esto es, por medio de una resistencia existente dentro de la empresa.

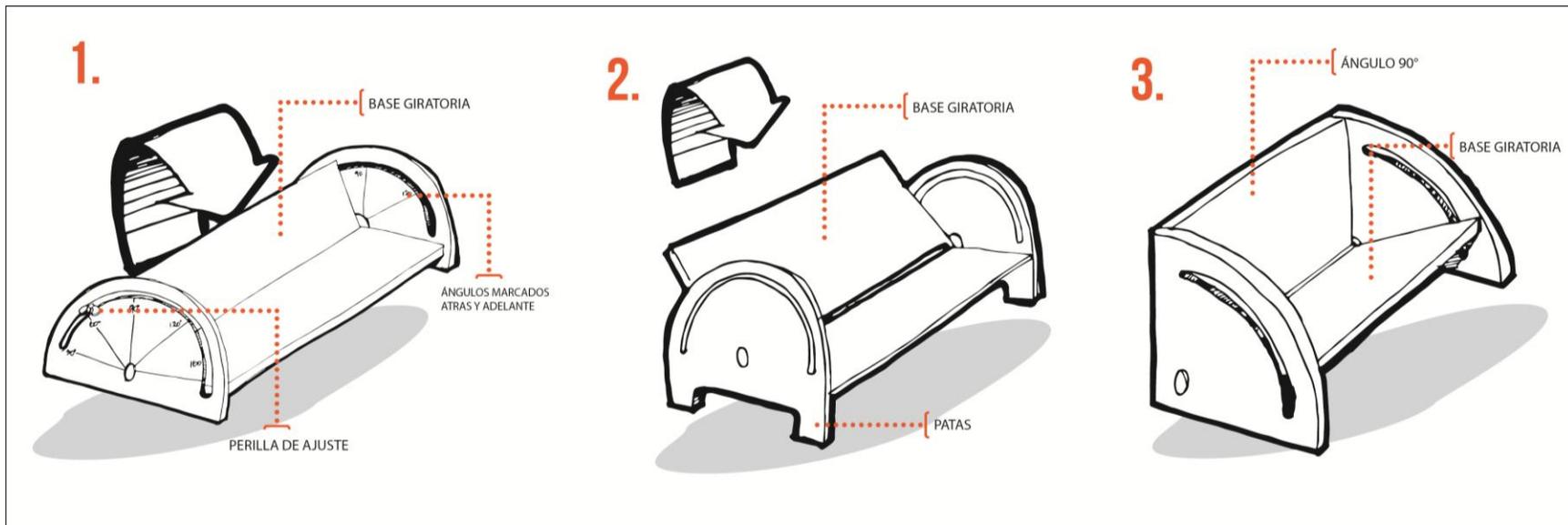


Ilustración 23. Fase dos de bocetaje.,Fuente: Propia

### 3.4.5 Tercera fase de bocetaje

En esta fase se unificaron las ideas de la fase 1 y 2 para generar un producto más completo y generar una herramienta que logre darle una mayor precisión al usuario al momento de manipular la plancha termoplástica. Se dejó un espacio para colocar la resistencia ya existente en LaserTEC o generar una nueva.

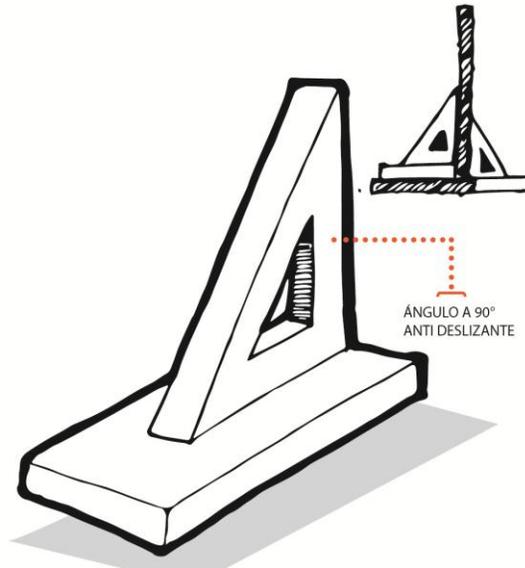


Ilustración 24. Tercera fase. Fuente Propia

### 3.4.6 Realización de maquetas

En esta fase del proyecto se probaron las propuestas de bocetos que aplicaban a cada fase, ya que este proceso se basó principalmente en la experimentación, para ello se realizaron maquetas, las cuales se validaban con los usuarios. De este proceso se logró extraer los factores más importantes para lograr una propuesta final sólida.

### 3.4.7 Primera fase maquetas





Se elaboró la maqueta del boceto #1 de la primera fase con esto se pudo medir el alcance de la propuesta así como también validar la necesidad de una herramienta en la empresa.

**+**

El tamaño es de 15x10x10 cm, lo cual lo hace transportables y se puede guardar en cualquier lado.

**+**

El peso de la pieza no deja que se mantenga en un lugar estático, para esto se le colocó tape doble cara, para que sirviera como antideslizante, pero se necesitaba de un como más de peso .

El usuario rápidamente adaptó la maqueta para la construcción de cajas de acrílico.

**RESULTADOS**

Colocar las piezas a trabajar.

**- TIEMPO**

Antes 5:00 min

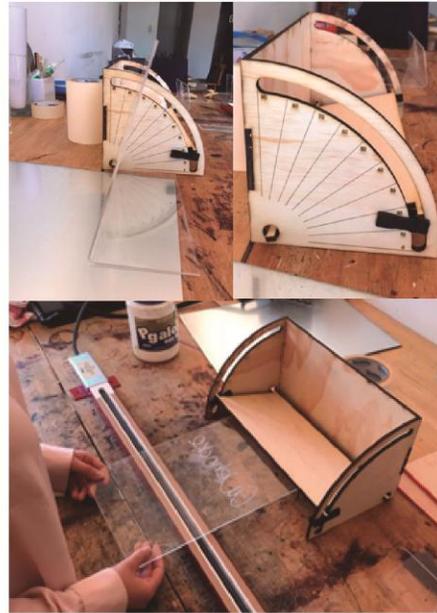
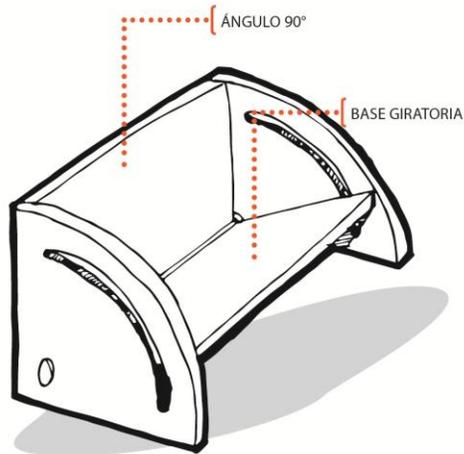
**+ RÁPIDO**

Ahora 00:30 seg

TIEMPO DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUETA : 5 SEMANAS

Ilustración 25. Experimentación 1. Fuente: propia

### 3.4.8 Segunda Fase maquetas



Después del estudio de la primera maqueta que se hizo se realizó una segunda maqueta en esta prueba se trato e trabajar dobleces en ángulo para dejar a un lado el pegado de las piezas pero siempre se necesitaba un área que permitiera trabajar el material de una manera más limpia y manipularlo mas fácilmente

Permite realizar dobleces en ángulo, de 0° a 90°.

El tamaño de no era el idóneo para el trabajo y este solo contaba con un área de dobles en ángulo pero no tenía ninguna parte donde trabajar pegado.



Al usuario le costo comprender el funcionamiento y tenía que mover la pieza de la resistencia a la herramienta .

#### RESULTADOS

Colocar las piezas a trabajar.

#### - TIEMPO

Antes 2:00 min

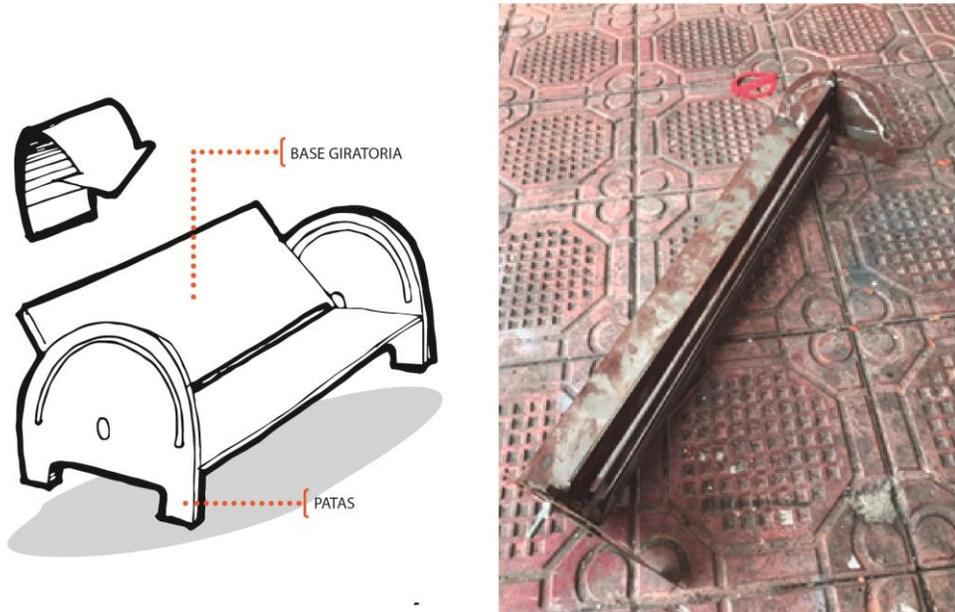
#### + PRECISIÓN

Ahora 00:40 seg

TIEMPO DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUETA : 2 SEMANAS

Ilustración 26. Segunda fase maquetas. Fuente: Propia

### 3.4.9 Tercera fase maquetas



Al saber que la prueba de madera funcionó, se hizo el ajuste que contuviera una barrilla enroscada para que permitiera ajustar los lados de la pieza y mantener la tabla en el ángulo deseado, se hizo esta prueba en lámina negra para probar el comportamiento del material y ver si este era viable en costo, forma y resistencia.

El material utilizado es más resistente que el playwood y contiene una barrilla enroscada, que permite ajustar la base giratoria.

El material es demasiado inestable ya que solo se usa la lámina como base de construcción. No se puede lograr cortes limpos que afectan los mecanismos.

A primera vista, al usuario le generó desconfianza, y no podía utilizarlo pues el mecanismo se atoraba.

**RESULTADOS** — **CONFIANZA** — **FUNCIONAL**

Colocar las piezas a trabajar.      Antes 00:40 seg.      Ahora no se logró trabajar

TIEMPO DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUETA : 3 DÍAS.

Ilustración 27. Tercera fase maquetas. Fuente: Propia

Las maquetas ayudaron a definir mejor hacia dónde va el proyecto y los puntos críticos a tomar en cuenta; el otro resultado satisfactorio es, que se pudo comprobar con

estas, que los tiempos de preparación y trabajo disminuyeron considerablemente.

### 3.4.10 Primera evolución

La primera evolución muestra la combinación de dos bocetos los cuales, como se vio anteriormente por separado trabajan bien. Pues al combinar se puede lograr una reducción de tiempo y fatiga al momento de trabajar

con las planchas termoplásticas. Se puede observar los puntos a favor de cada propuesta, por medio de la puesta en práctica de cada una de las opciones.



Al saber los puntos débiles de la primera etapa , se realizó la combinación de dos propuestas , donde se agregó una base en la que se podía colocar la resistencia existente en Lasertec que calienta el acrílico y para después, poder trabajar en la base para ángulos, pero la resistencia supera el tamaño de la herramienta y el cuadrado, que sirve para colocar la pieza a escuadra topa con el acrílico cuando se intenta doblar.

Tiene una fuente de calor propia y se le puede quitar la base para generar ángulos.

La fuente de calor que se colocó excede el tamaño de la propuesta por lo cual no es del todo funcional



Al usuario se le hizo complicado desmontar las mariposas pues esto retrasaba el tiempo el tiempo de producción y colocación de piezas.

#### RESULTADOS

#### - TIEMPO

Todo estaba en el mismo lugar.

#### + PRECISIÓN

Al tener tope servía para mantener recta la pieza

TIEMPO DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUETA : 2 SEMANAS

Ilustración 28. Primera evolución. Fuente: Propia

### 3.4.11 Pruebas de aislantes de bajo costo

Como se explicó anteriormente, los materiales utilizados tienen que ser de fácil acceso en Guatemala, para ello se hicieron pruebas de materiales como: arcilla blanca, yeso, ladrillo y combinaciones entre ellos, para generar un aislante que funcionara y respondiera a las necesidades del producto.

Tomando en cuenta que el modelo solución debe contener una fuente de calor propia (resistencia de níquel), basados en que las que existen actualmente en el mercado no entran en el rango de medida necesario para el modelo solución, se investigaron diferentes materiales que tuvieran puntos de fusión altos, para ser resistentes al calor.

### 3.4.12 Puntos de fusión en un material

Antes de seguir, es importante mencionar a qué se llama punto de fusión de un material, "El *punto de fusión* es la temperatura, a la cual un sólido pasa a líquido a la presión atmosférica." (ub, 2016) esto representa que en los materiales secos, como los que se presentan, se generen rajaduras o que se genere una pequeña explosión por la carga tan grande de energía que se acumula en el aislante.



Ilustración 29. Aislantes elegidos. Fuente: Propia

## RESULTADOS PRUEBAS



**ARCILLA BLANCA**

La arcilla blanca en polvo resultó muy buena aislante y el precio de esta fue es de Q.1.75, semejándose al precio del yeso. Su punto de fusión es alto, el cual permite, que resiste temperaturas altas sin generar rajaduras en la pieza.



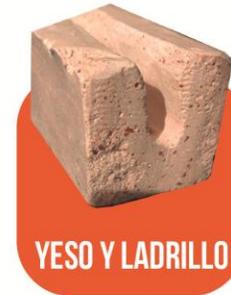
**YESO**

Se probó el yeso como opción de bajo precio, pero este tiene un punto de fusión, bajo el cual no lo hace apto para altas temperaturas, haciendo que el material presente rajaduras.



**YESO Y ARCILLA**

En esta mezcla sucedieron dos cosas; la pieza no soportó altas temperaturas y presento rajaduras, además era demasiado porosa lo cual la hacía muy débil para el uso constante.



**YESO Y LADRILLO**

Esta mezcla resultó buena pues al mezclar el yeso con un ladrillo triturado soporto las altas temperaturas aun teniendo yeso en su composición. Sin embargo lo malo de esta propuesta es que no se puede hacer una pieza perfecta, pues como contiene pedazos de ladrillos queda muy rugosa y arruina la pieza final.



Ilustración 30. Resultados pruebas aislantes. Fuente: Propia

### 3.4.13 Primer modelo solución

Basados en el estudio de formas y respuestas del usuario se realizó este modelo que integra varias partes de las soluciones estudiadas, se aplicó de forma sencilla y minimalista. En este modelo ya se

incorpora la base aislante, para colocarle una resistencia al modelo solución, para esto, se utilizó la arcilla blanca ya que fue la que presentó mejor resultados en cuanto a punto de fusión, porosidad y precio.

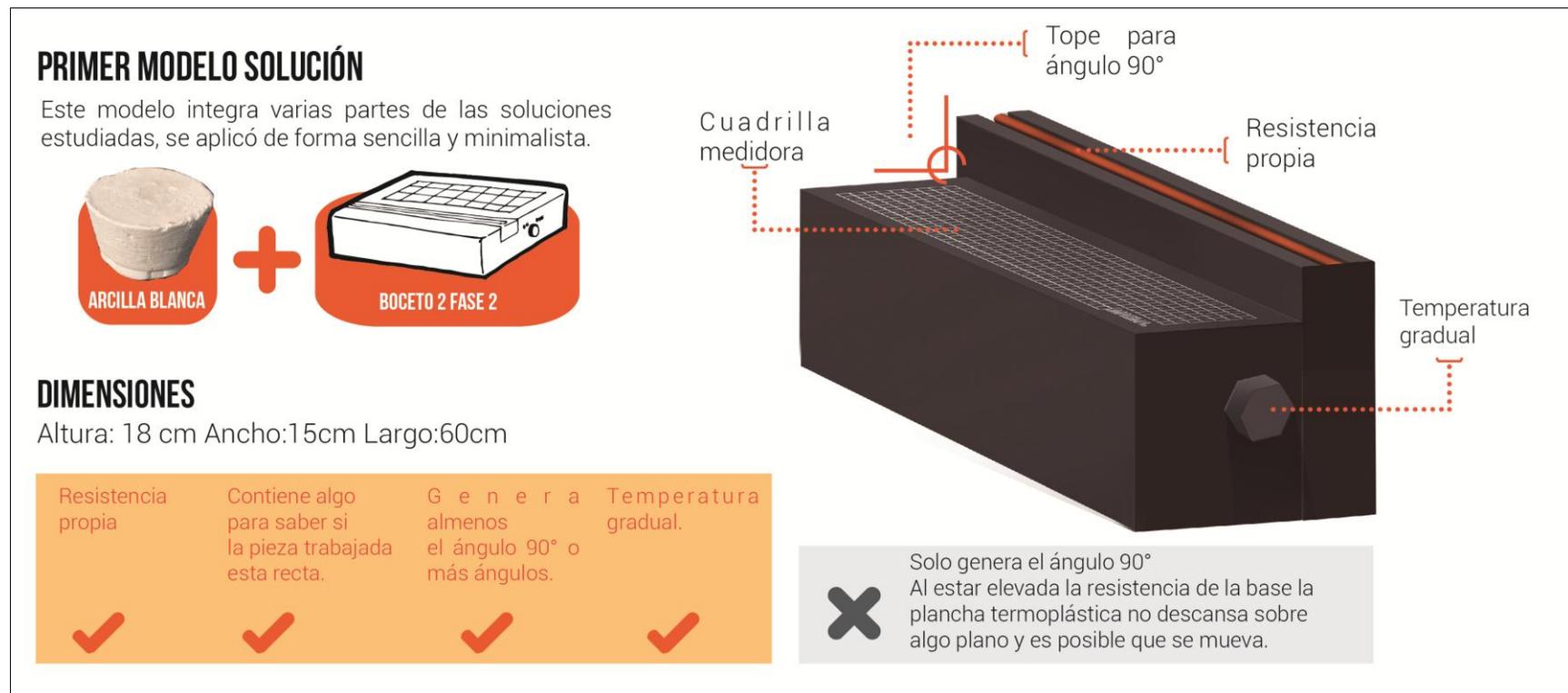


Ilustración 31. Primer modelo solución. Fuente: Propia

#### 3.4.14 Modelo solución final

Se le hicieron varios cambios al diseño principal, los cuales fueron que la parte donde se tiene la resistencia de níquel se introdujo dentro de la misma estructura, esto es para hacer que la pieza pueda servir de apoyo para las planchas termoplásticas, además se le agregó la base para ángulos en la parte de enfrente tomando esta idea de la maqueta 2 realizada en la fase 2 y se le agregó al modelo final.

También se incorporaron las escuadras de la propuesta 3 de la fase 1 de bocetaje, las cuales marcan 90° esto es, para que sirvan de apoyo al pegar las piezas de acrílico. La base de ángulo y la parte de arriba, cuentan con una cuadrilla, lo cual hace, que visualmente el usuario pueda ver, si su pieza está recta, sin necesidad de usar algún otro instrumento para verificar esto.

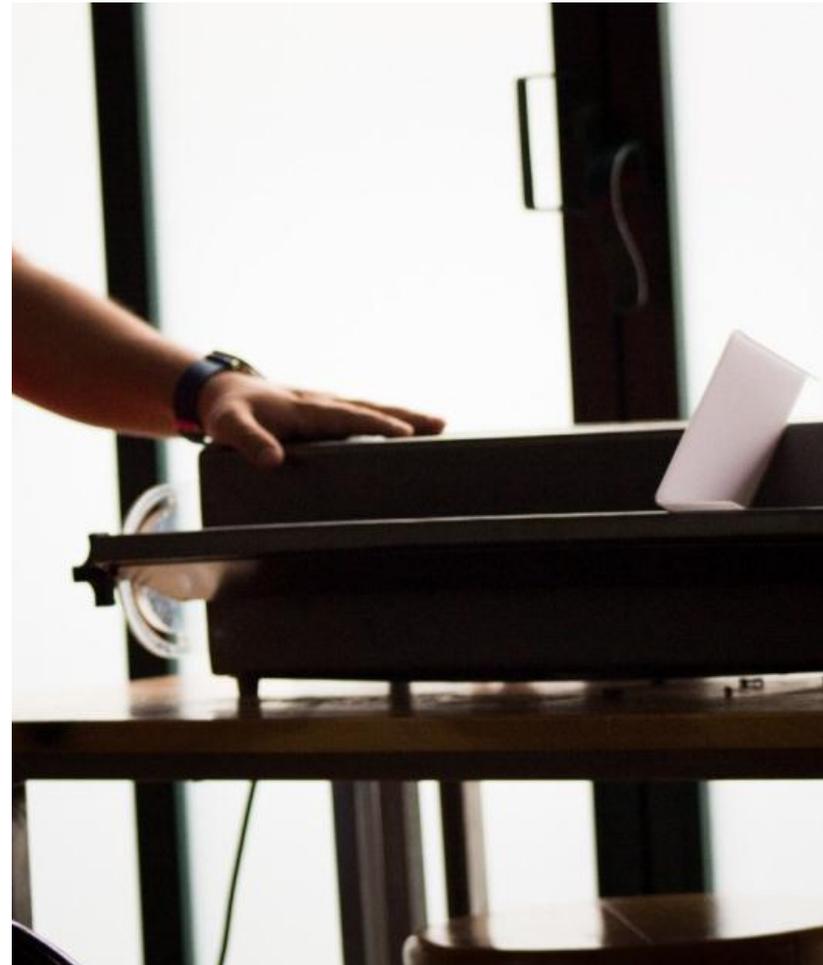
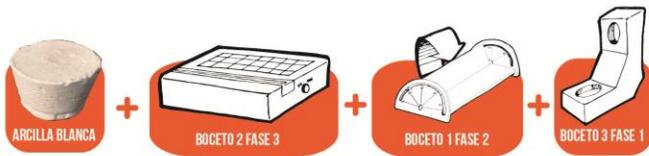


Ilustración 32 . Fotografía modelo solución .Fuente:Propia

### MODELO SOLUCIÓN

Este modelo mejora la parte de los ángulos, agrega la base giratoria e incorpora escuadras, para poder trabajar las planchas termoformables de una mejor manera.



### DIMENSIONES

Altura: 15 cm ancho; 20 cm largo; 60cm

Resistencia propia	Contiene algo para saber si la pieza trabajada esta recta.	Genera al menos el ángulo 90° o más ángulos.	Temperatura gradual.
✓	✓	✓	✓

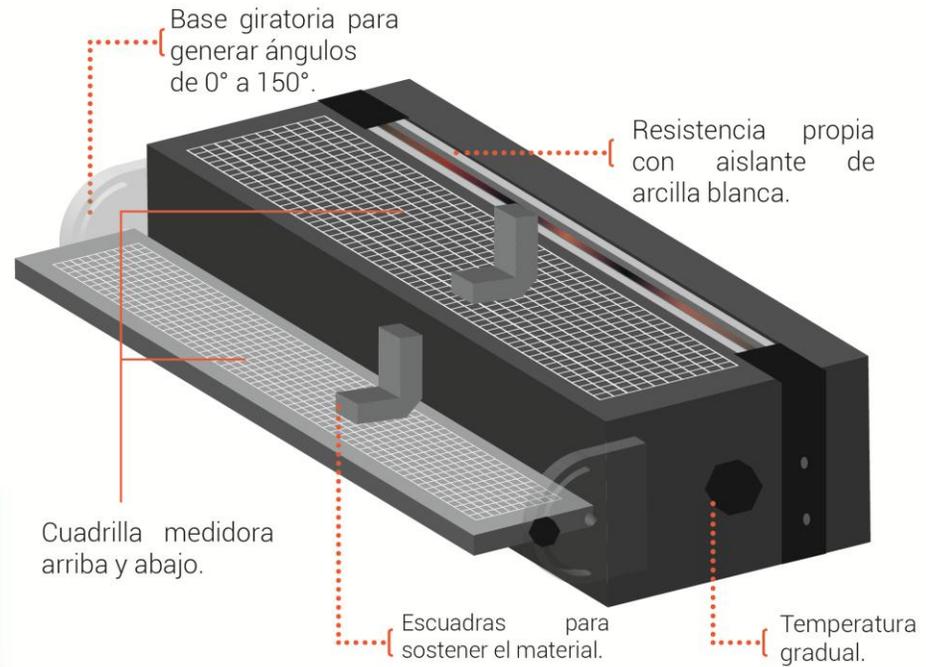


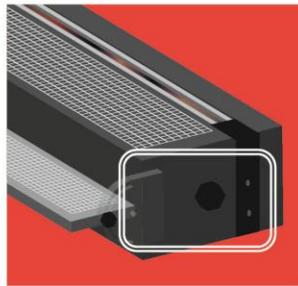
Ilustración 33. Modelo solución. Fuente: Propia

### 3.4.15 Logotipo y línea gráfica

Se elaboró una línea gráfica que representará el trabajo que hace Magma, también se elaboró una propuesta de empaque y tarjetas de presentación para observar las aplicaciones de la línea gráfica.



Ilustración 34. Logotipo Magma. Fuente: Propia



La línea gráfica de Magma se basa en las formas de la máquina y los ángulos que se pueden lograr con el equipo, se creó un logotipo que evoca un pensamiento de exactitud de un producto confiable y seguro para el usuario.

Ilustración 35. Línea grafica Magma. Fuente: Propia

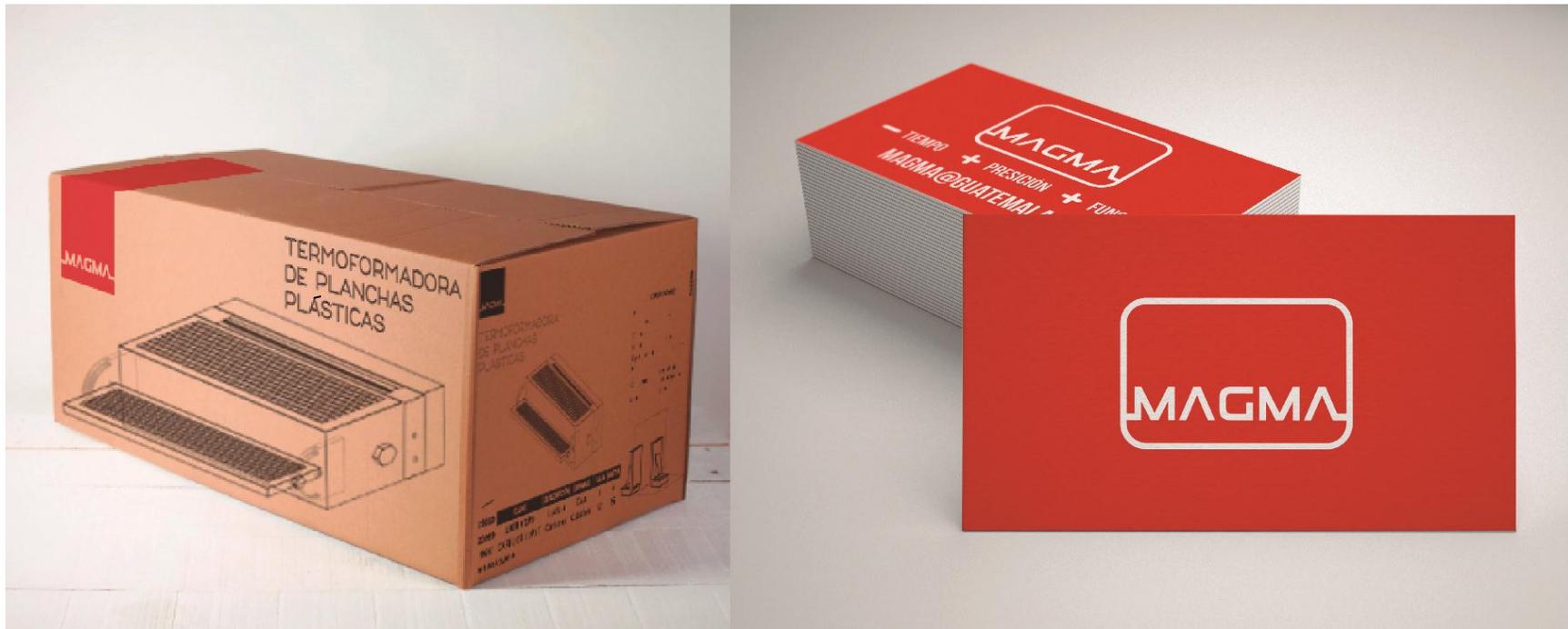


Ilustración 36. Aplicación línea gráfica. Fuente Propia

## 4 Materialización

### 4.1 Modelo de solución

Magma es un termo formador plástico portátil que le brinda al usuario un área de trabajo limpia y fácil de usar. Esta herramienta tiene una sección para generar ángulos con los cuales, se pueden crear diferentes estructuras rectilíneas. Magma convierte el trabajo tedioso de ángulos en planchas termoformables, en un proceso simple y estandarizado. Este instrumento de trabajo manual, también posee dos escuadras imantadas las cuales, ayudan al usuario al momento de trabajar ángulos de 90° ya sea durante un proceso de pegado, o durante la aplicación de un acabado final; apoya el proceso para aumentar la calidad y poder brindar así acabados de forma eficaz.

#### 4.1.1 Descripción de elementos funcionales

Magma es un instrumento que puede ser colocado en una mesa o superficie plana y que solo necesita de una conexión común<sup>3</sup> para funcionar. Este instrumento, cuenta con un área de control de temperatura, la cual

permite al usuario, regular el calor para que pueda usarse con diferentes materiales termoformables.

La estructura de Magma está elaborada en metal (acero 10/18), lo que permite que el funcionamiento de piezas imantada sea eficiente y seguro, así como sigue la línea de diseño necesaria al momento de trabajar en herramientas y material de trabajo pesado pensado para talleres de trabajo.

Otro aspecto importante de Magma, es que está pensado para ser asequible en el mercado guatemalteco, y por ello, está conformado por piezas de fácil adquisición. Así se garantiza un proceso de reparación eficiente, el cual también se apoya en piezas de ensamblaje simple, por si fuese necesario reemplazar alguna de ellas de la estructura o realizar algún tipo de limpieza interna, para alargar la vida útil de los componentes.

---

<sup>3</sup> Común en el norte del continente americano.

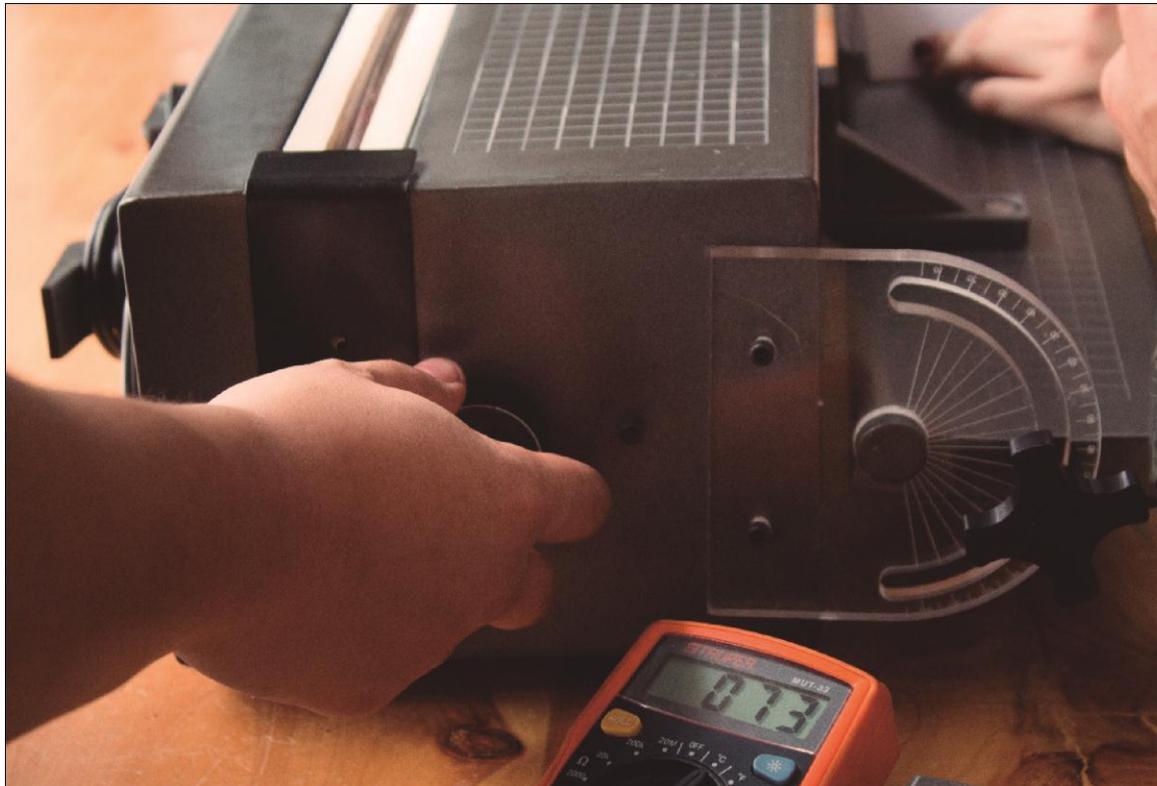


Ilustración 37. Elementos funcionales 1. Fuente: propia



Es posible conectarlo a una fuente de energía de 110 voltios, lo cual lo hace favorable a la hora de mover la pieza de lugar, ya que puede ser conectado en la mayoría de fuentes eléctricasy lo hace perfecto para talleres pequeños.



La fuente de calor es regulable ,l ayuda al usuario a regular la temperatura según la pieza que se desea termoformar.

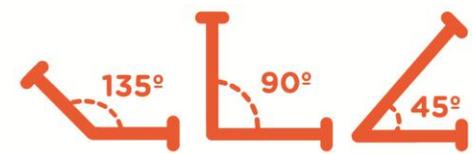


Cuenta con unas escuadras, las cuales permiten que se puedan colocar de una mejor forma el solvente o pegamento, ya sea que se trabaje acrílico u otro material.



Estas tiene imanes, que sirven para darle la libertad al usuario de usarlas según el trabajo que se esté realizando.

Ilustración 38. Elementos funcionales 2. Fuente: Propia



Cuenta con una base para crear ángulos que sirve para hacer dobleces básicos, donde permite realizar ángulos de 0° a 130° dándole la libertad usuario de crear formas fácilmente.

Ilustración 39. Elementos funcionales 3. Fuente: Propia



Cuenta con una cuadrilla para verificar que las piezas estén rectas al momento de doblar y así poder generar una mejor calidad en las piezas que se están trabajando.

Ilustración 40. Elementos funcionales 4. Fuente: Propia.

## 4.1.2 Materiales

### 4.1.2.1 Acero 10/18

Se eligió este material como principal por su resistencia y propiedades, pues este puede ser imantado, para que se puedan colocar imanes en las escuadras y estas queden fijas y no se muevan las piezas al momento de doblar y pegar.

### 4.1.2.2 Arcilla blanca

Este material se escogió después del estudio de posibles materiales para apoyar la fuente de calor, este no solo soportó altas temperaturas sino que también al momento de hacer el molde este es muy maleable y se pudo generar una pieza precisa.

### 4.1.2.3 Acrílico transparente de 8 mm

Este material fue el elegido para la parte de los ángulos porque que se asemeja al vidrio, pero por sus propiedades lo hace más resistente, esto permite ver a través de él y se puede ver que ángulo está marcando.

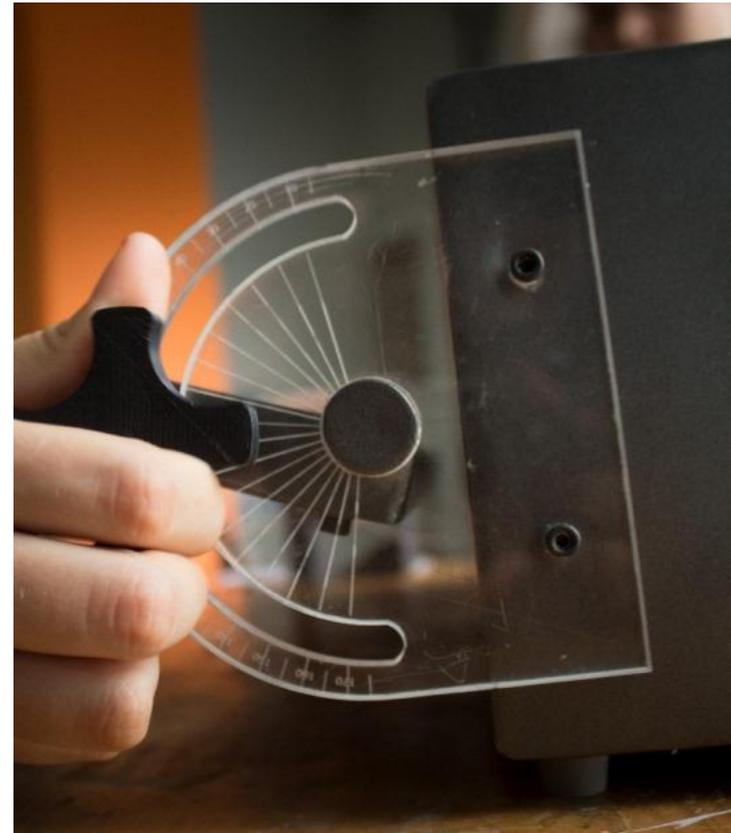


Ilustración 41. Pieza en Acrílico. Fuente: Propia

#### *4.1.2.4 Impresión 3d (pla)*

Se escogió este tipo de impresión y el material debido a que se puede generar un producto rápido y durable sin necesidad de hacer grandes producciones de piezas, haciendo posible la producción más rápida de esta herramienta. La elaboración de piezas en plástica nivel mundial es alta, por lo que el importarla sería un costo alto, sin embargo en Guatemala, ha habido un auge en esta área, por lo que se decidió imprimirlo en el país, para bajar el costo de estas piezas ya que la producción de las Magma es semindustrial.

#### 4.1.3 Acabados

##### *4.1.3.1 Grabado laser*

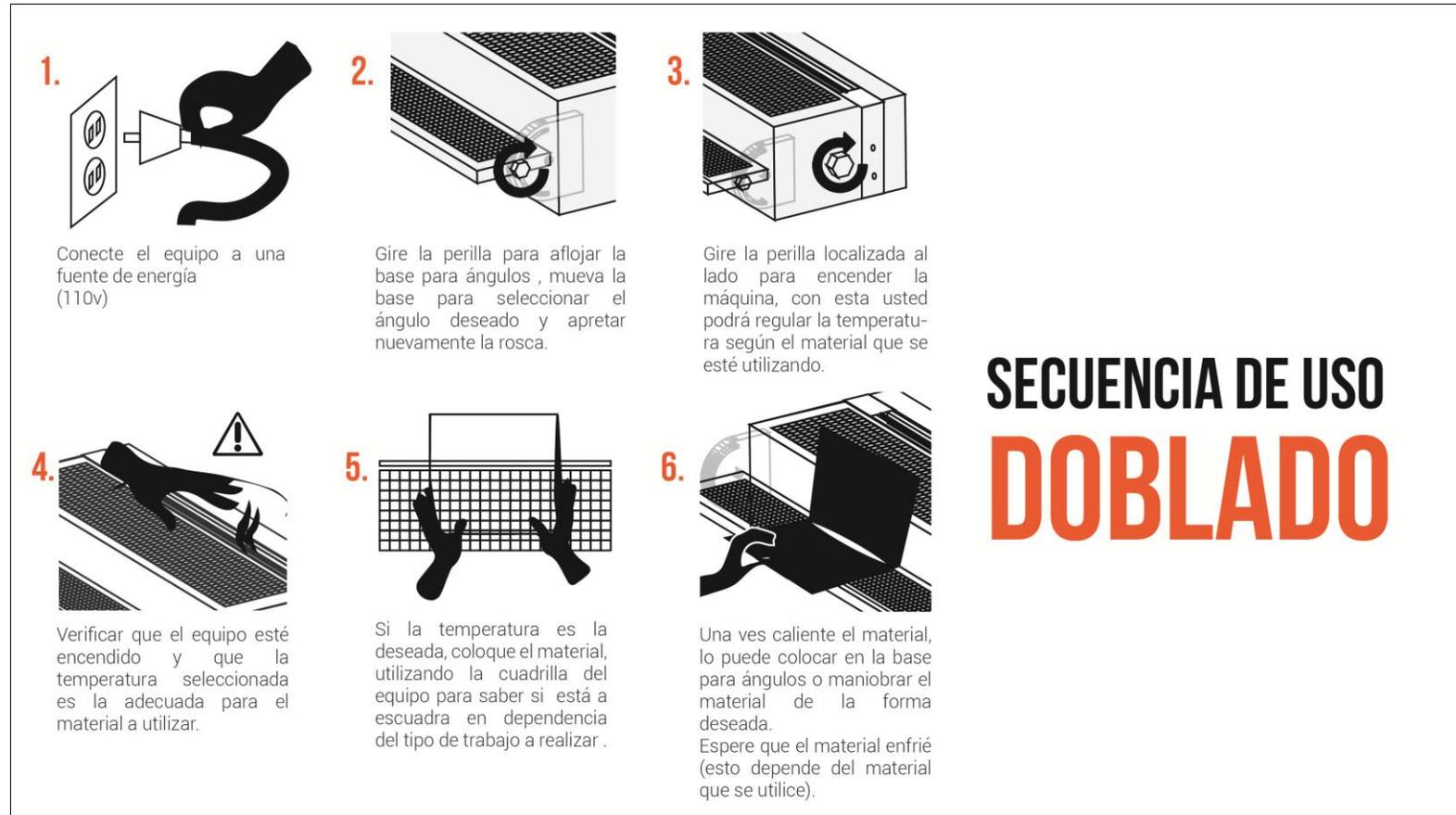
Se utilizó el grabado laser para marcar la cuadrilla pues este, al ser grabado permite que la cuadrilla no se borre de la pieza con facilidad.

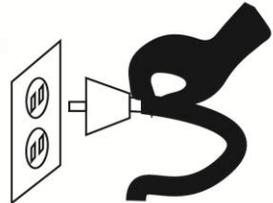
##### *4.1.3.2 Pintura electromagnética*

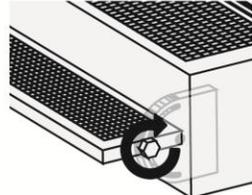
Este tipo de pintura se aplicó debido a que tenía que ser esta resistente al impacto y al uso constante, al ser aplicada con pigmento este se adhiere a la pieza de forma permanente, haciéndola un poco más resistente a manchas de cloruro , pegamento o la limpieza de la pieza.

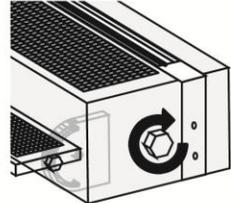
#### 4.1.4 Secuencia de uso

##### 4.1.4.1 Doblado

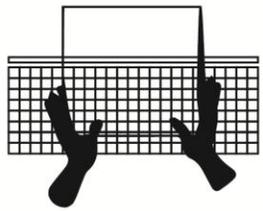


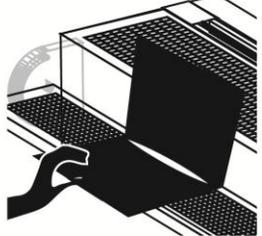
**1.**   
Conecte el equipo a una fuente de energía (110v)

**2.**   
Gire la perilla para aflojar la base para ángulos, mueva la base para seleccionar el ángulo deseado y apretar nuevamente la rosca.

**3.**   
Gire la perilla localizada al lado para encender la máquina, con esta usted podrá regular la temperatura según el material que se esté utilizando.

**4.**   
Verificar que el equipo esté encendido y que la temperatura seleccionada es la adecuada para el material a utilizar.

**5.**   
Si la temperatura es la deseada, coloque el material, utilizando la cuadrilla del equipo para saber si está a escuadra en dependencia del tipo de trabajo a realizar.

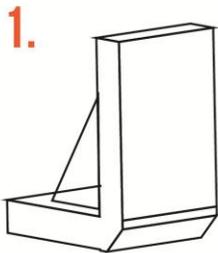
**6.**   
Una vez caliente el material, lo puede colocar en la base para ángulos o maniobrar el material de la forma deseada.  
Espere que el material enfríe (esto depende del material que se utilice).

## SECUENCIA DE USO DOBLADO

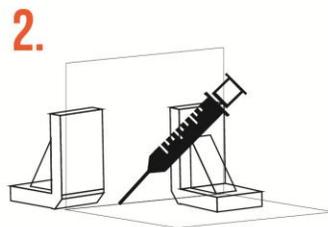
Ilustración 42. Secuencia de uso doblado. Fuente: Propia

#### 4.1.4.2 Pegado

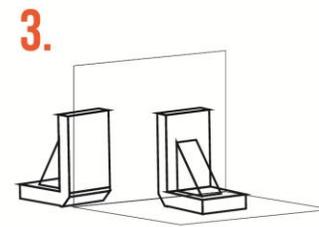
## SECUENCIA DE USO PEGADO



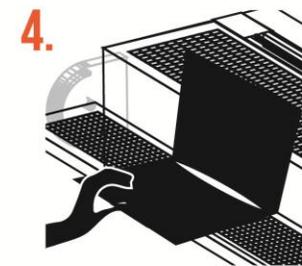
En el kit encontrara dos escuadras imantadas, las cuales pueden servirle como guía cuando se trabaja con Magma.



Coloque las escuadras imantadas, para que estas le puedan sostener las piezas a noventa grados, por lo que se tendrá una mejor sujeción al pegar los cantos del material.



Ya colocados los imanes, proceda a aplicar el cloruro o pegamento de preferencia. hay que tener precaución de no manchar las escuadras con el pegamento.



Puede utilizar la base de ángulos para colocar el material y proceder a pegar también acá.

Ilustración 43. Secuencia de uso pegado. Fuente: Propia

#### 4.1.5 Materiales y procesos aplicados

##### 4.1.5.1 Tabla de producción por pieza

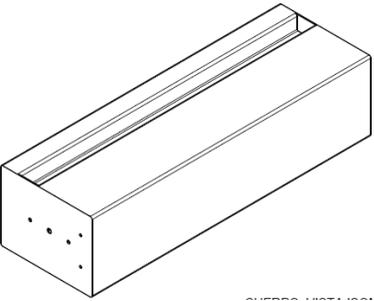
ELEMENTO DE MODELO	MATERIA PRIMA ESTRUCTURAL, COMPUESTA O CONSUMIBLES.	PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN	TOMAR EN CUENTA
 <p>Ilustración 44. Cuerpo metálico.        Fuente: Propia</p>	<p>Acero 1018 de 1mm con acabado gris brillante.</p>	<p>Se doblan las piezas en las medidas especificada y se terminan de soldar las piezas para generar el cuerpo del producto.</p>	<p>Cuando se soldan las láminas, puede que se note mucho los puntos de soldadura, estos deberán de ser cubiertos con macilla plástica,</p>



Ilustración 45. Lateral izquierdo y derecho. Fuente: Propia

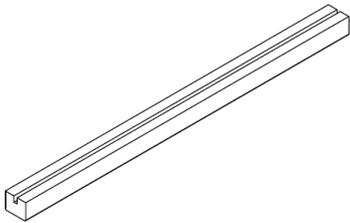


Ilustración 46. Pieza cerámica. Fuente: Propia

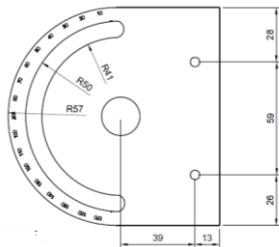


Ilustración 47. Transportador. Fuente: Propia

<p>Acero 1018 de 1mm acabado negro brillante</p>	<p>Se cortan las piezas y se doblan y por último, se le hacen las perforaciones.</p>	<p>Estas piezas no tienen que tener ningún tipo de golpe o doblés, tienen que ser completamente rectas.</p>
<p>Arcilla blanca</p>	<p>Se elabora un molde donde se introduce la arcilla, se deja secar aproximadamente tres días.</p>	<p>El molde tiene que estar bien encerado, ya que la pieza es demasiado delgada, hay que desmontarla y dejarla secar, si esta no encaja en el área asignada se puede lijar o desgastar.</p>
<p>Acrílico de 8mm, transparente</p>	<p>Se elabora la pieza digitalmente, tomando en cuenta la medida. Se corta en laser para mayor precisión en las medidas.</p>	<p>Se debe utilizar este grosor de acrílico, pues si se usa uno de grosor inferior puede quebrarse y no soporta la torsión de los topes.</p>

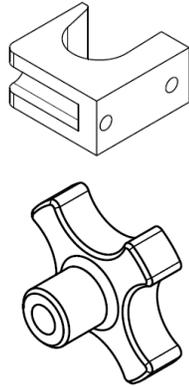


Ilustración 48. Soporte de cable y Perilla. Fuente: Propia

Plástico pla

Se elabora el diseño de las piezas y se genera un 3D el cual se imprime.

Las piezas en impresión tienen que ser formadas con una rejilla interior, que permita generar piezas más fuertes.

#### 4.1.6 Flujo de producción

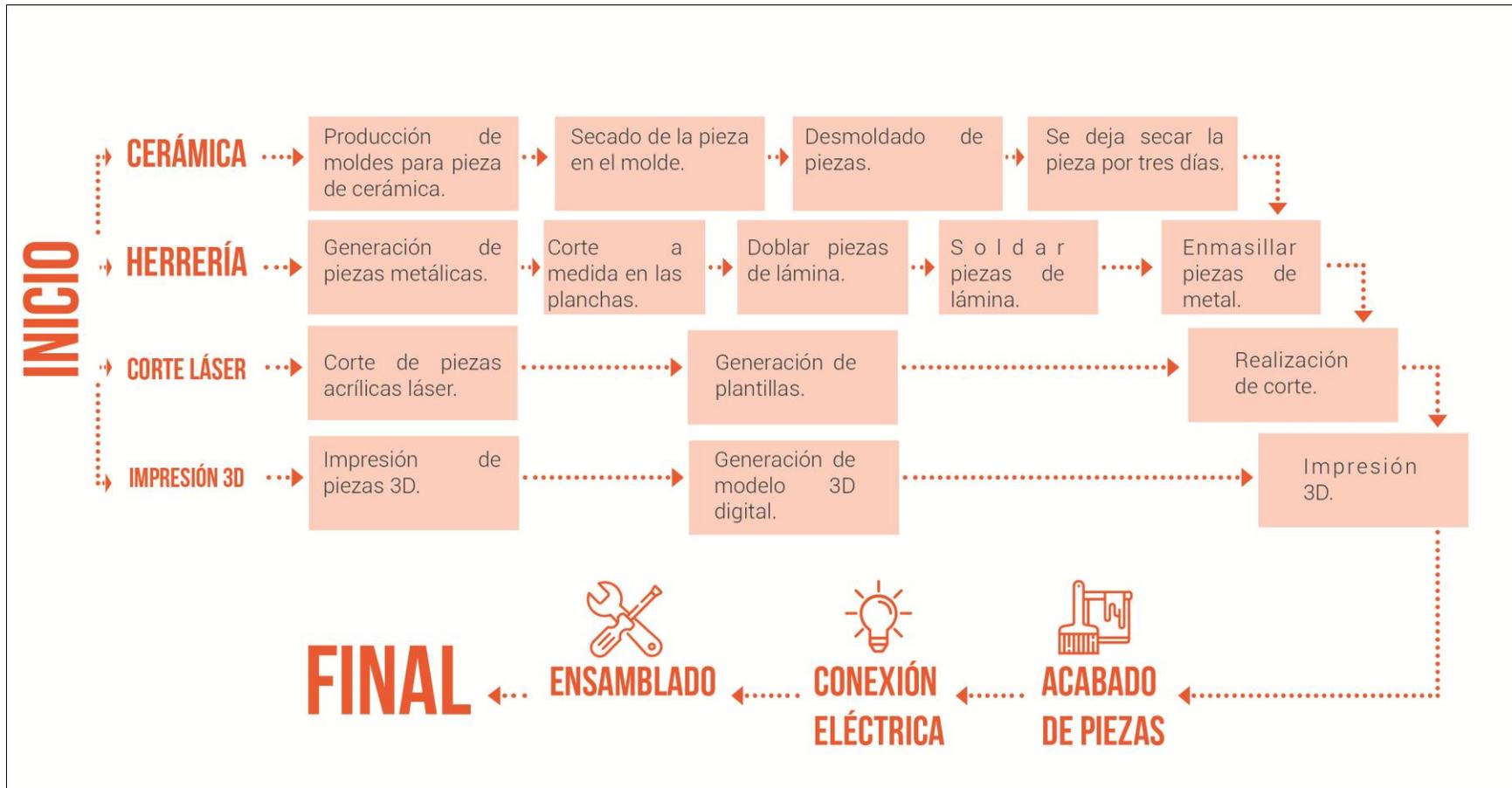


Ilustración 49. Flujo de Producción. Fuente:Propia

## 5 Validación

Se presentan los resultados de la herramienta Magma, tomando en cuenta la forma y su funcionalidad. Para esto se validó la máquina con dos MIPYMES las cuales fueron LaserTEC y Rotulación Global; Magma estuvo dos meses en funcionamiento en LaserTec y en Rotulación Global

dos semanas. Cada una de las producciones fueron diferentes pero con esto se logró validar la funcionalidad y necesidad de una herramienta para el trabajo manual que estas dos MIPYMES realizan.

### 5.1 Objeto

Requerimiento	¿Se validó?	Método de validación	Resultado
<p><b>Debe utilizar materiales resistentes al calor</b>            Como metal y arcilla que soporten temperaturas de 200° en contacto directo con la fuente de calor y de 100° o más en otras áreas.</p>	SÍ	 <p>Ilustración 50. Materiales resistentes.            Fuente: Propia</p>	<p>Se utilizó para la estructura hierro 10/18 el cual resiste muy bien el calor y actúa como aislante para la colocación de la resistencia de níquel y arcilla blanca.</p>

<p><b>Debe utilizar materiales de alta durabilidad</b>          Metales, arcilla y resistencias que soporten el trabajo constante</p>	<p>SÍ</p>	 <p>Ilustración 51. Producción de señalética Licorera. Fuente: Propia</p>	<p>La propuesta se lleva en uso 60 días, en los cuales las MIPYMES han realizado diferentes trabajos y producciones de hasta 80 piezas.</p>
<p><b>Debe tener un área imantada</b>          Materiales con propiedades magnéticas y resistentes para sostener cada pieza que se doble y pegue.</p>	<p>SÍ</p>	 <p>Ilustración 52. Escuadras. Fuente: Propia</p>	<p>Se realizarón escuadras las cuales se le colocaron imanes de 5lb.</p>

## 5.2 Tecnología

Requerimiento	¿Se validó?	Método de validación	Resultado
<p><b>Debe tener una fuente de calor</b>            La fuente de calor debe ser eléctrica y alcanzar los 130°C</p>	SÍ	 <p>Ilustración 53. Fuente de calor. Fuente: Propia</p>	<p>La fuente de calor se activa por medio de un regulador eléctrico, el cual permite elevar la temperatura gradualmente.</p>
<p><b>Debe aislar la fuente de calor</b>            La herramienta debe ser aislada por la arcilla y soportar temperaturas mayores a 100°C</p>	SÍ	 <p>Ilustración 54. Usuario que trabaja Lasterc. Fuente: Propia</p>	<p>La arcilla aísla el calor, permite al usuario utilizar la herramienta sin generarle ninguna molestia o quemadura.</p>

<p><b>Debe tener un regulador de temperatura</b>          El regulador de temperatura debe permitir colocar la resistencia en un rango de temperatura entre 50°C a 150°C</p>	<p>SÍ</p>	 <p>Ilustración 55. Regulador de temperatura. Fuente: Propia</p>	<p>La propuesta cuenta con un regulador de temperatura, esto con el fin de poder trabajar con diferentes tipos de planchas termoformables.</p>
<p><b>Debe responder a la conexión de corriente eléctrica general para el área de distribución del producto</b>          El producto viene adaptado para una corriente eléctrica de 110 voltios.</p>	<p>SÍ</p>	 <p>Ilustración 56. Usuario que conecta Magma. Fuente: Propia</p>	<p>La propuesta demostró que se puede conectar a una corriente 110 voltios.</p>

### 5.3 Antropometría

Requerimiento	¿Se validó?	Método de validación	Resultado
<p><b>Debe tener un tamaño adecuado para el radio de agarre de los usuarios</b>            Las medidas corresponden al percentil 5 de hombres y mujeres</p>	<p>Sí</p>	<p>            Ilustración 57. Trabajadora percentile 5 que utiliza Magma.            Fuente: Propia</p>	<p>La herramienta la utilizaron diez personas hombres y mujeres, sin crearles alguna molestia.</p>

<p>Debe brindar comodidad para trabajar el material termoplástico</p> <p>Tienen escuadras imantadas, que se acoplan a la estructura de la herramienta</p>	<p>Sí</p>		<p>Las escuadras permiten que el usuario tenga libertad en las dos manos al momento de utilizarlas.</p>
---	-----------	--	---

Ilustración 58.usuario que pega piezas acrílicas.Fuente: Propia

<p><b>Debe mantener la espalda del usuario recta</b> La espalda del usuario se mantiene en una posición natural y cómoda</p>	<p>Sí</p>	 <p>Ilustración 59. Mujer percentil 5 que utiliza Magma sentada. Fuente: Propia</p>	<p>Esto varía según la mesa dónde se trabaje pero se recomienda utilizarlo en una mesa con una posición sentado o parado.</p>
--	-----------	--	---

#### 5.4 Interfaz y uso

Requerimiento	¿Se validó?	Método de validación	Resultado
<p><b>Debe permitir ser transportado cómodamente</b>            Puede tener accesorios en su estructura para facilitar el transporte.</p>	<p>Sí</p>	 <p>Ilustración 60. Trabajadora de Rotulación Global. Fuente: Propia</p>	<p>La máquina, por el tamaño, se puede levantar y mover.</p>

<p>Debe comunicar al usuario cuando la herramienta esté encendida          Puede tener alguna señal sonora o luminosa que lo indique</p>	<p>SÍ</p>	 <p>Ilustración 61. Regulador de temperature. Fuente:Propia</p>	<p>La propuesta cuenta con un regulador que hace "click" al encenderse y apagar.</p>
<p>Debe permitir hacer dobleces en ángulo          Entre: 25° a 90°          y pronunciados entre 15° a 130°</p>	<p>SÍ</p>	 <p>Ilustración 62. Comparación de piezas dobladas con Magma. Fuente:Propia</p>	<p>Permite realizar ángulos de 0° a 120°.</p>

<p>Debe permitir visibilidad de las guías de soporte para el proceso Puede utilizar colores o texturizado</p>	<p>SÍ</p>	 <p>Ilustración 63. Transportador Acrílico. Fuente: Propia</p>	<p>El transportador elaborado en acrílico transparente, permite observar los ángulos desde cualquier ángulo visual.</p>
---	-----------	--	---

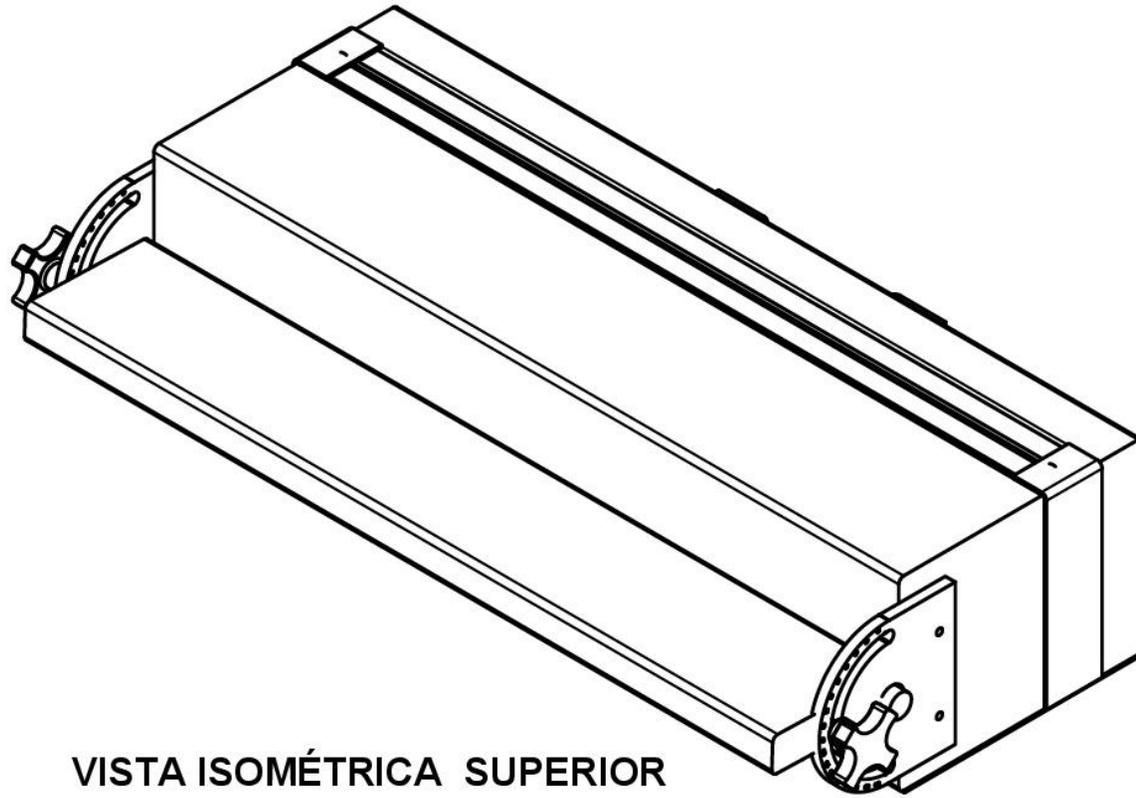
5.5 Mercado

Requerimiento	¿Se validó?	Método de validación	Resultado
<p><b>Debe ser comprensible para el usuario</b>            Poseer un manual de uso, el cual puede apoyarse de cualquier técnica visual, según sea necesario</p>	<p>Sí</p>	 <p><i>Ilustración 64. Manual de Uso. Fuente: Propia</i></p>	<p>Se elaboró un manual de uso que acompaña el producto en el empaque.</p>
<p><b>Debe tener un precio de venta competitivo</b>            Debe rondar en un rango de Q800.00 a Q2,000.00</p>	<p>Sí</p>	<p>El precio costo de una unidad, es de Q884.50 y el precio de venta es de Q.1194</p>	<p>El costo no supera el precio requerido, pero puede que este baje según los lotes de producción.</p>

<p>Puede tener un empaque y embalaje necesario para colocar la herramienta en el mercado</p>	<p>Sí</p>	 <p>Ilustración 65. Empaque Magma., Fuente: Propia</p>	<p>El empaque para la venta, mantiene la línea gráfica de magma.</p>
--	-----------	--	--

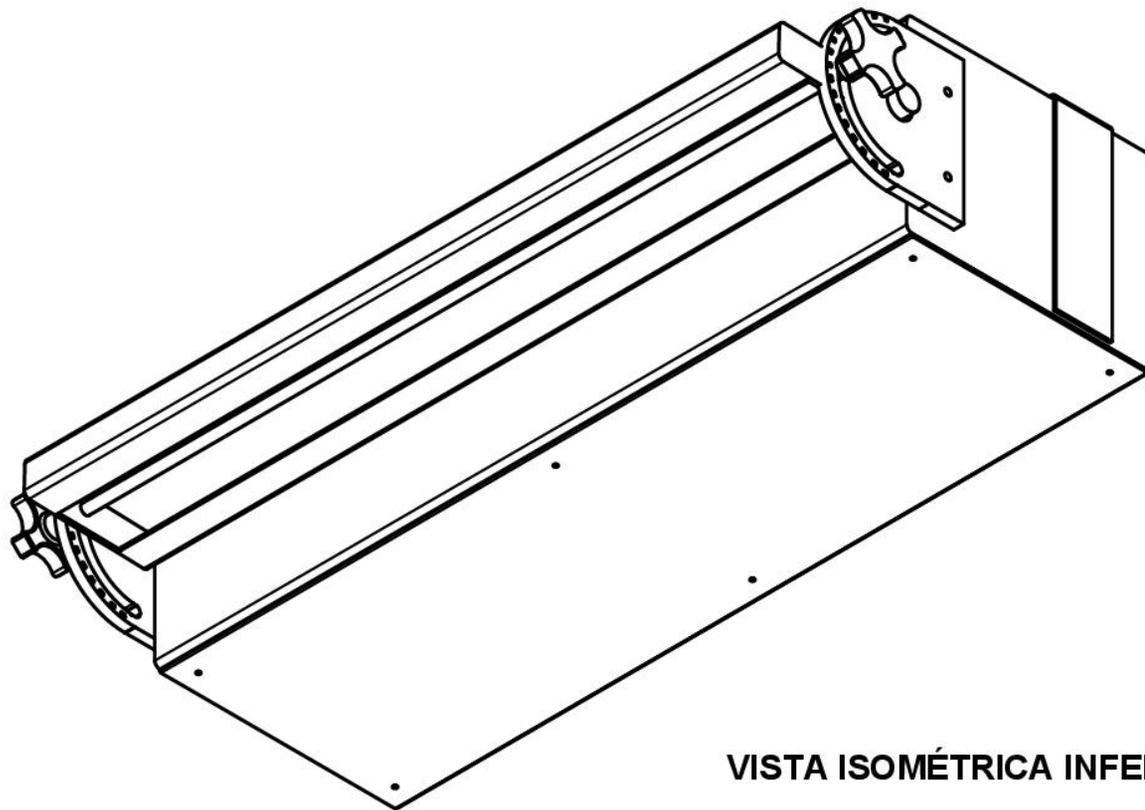
## 6 Planos

Se presentan los planos técnicos de Magma, los cuales sirven para saber dimensiones de la herramienta.



VISTA ISOMÉTRICA SUPERIOR

	<b>VISTA ISOMÉTRICA SUPERIOR</b>		
	<b>MAGMA</b>		
<b>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR</b>	<b>KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM</b>		
	<b>ASESOR: CARLOS LORENZI</b>		
<b>DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA MM</b>	<b>ESCALA: 1:4</b>	<b>PLANO: 1/19</b>



**VISTA ISOMÉTRICA INFERIOR**



UNIVERSIDAD  
RAFAEL  
LANDÍVAR

DISEÑO  
INDUSTRIAL  
PROYECTO DE GRADO

**VISTA ISOMÉTRICA INFERIOR**

**MAGMA**

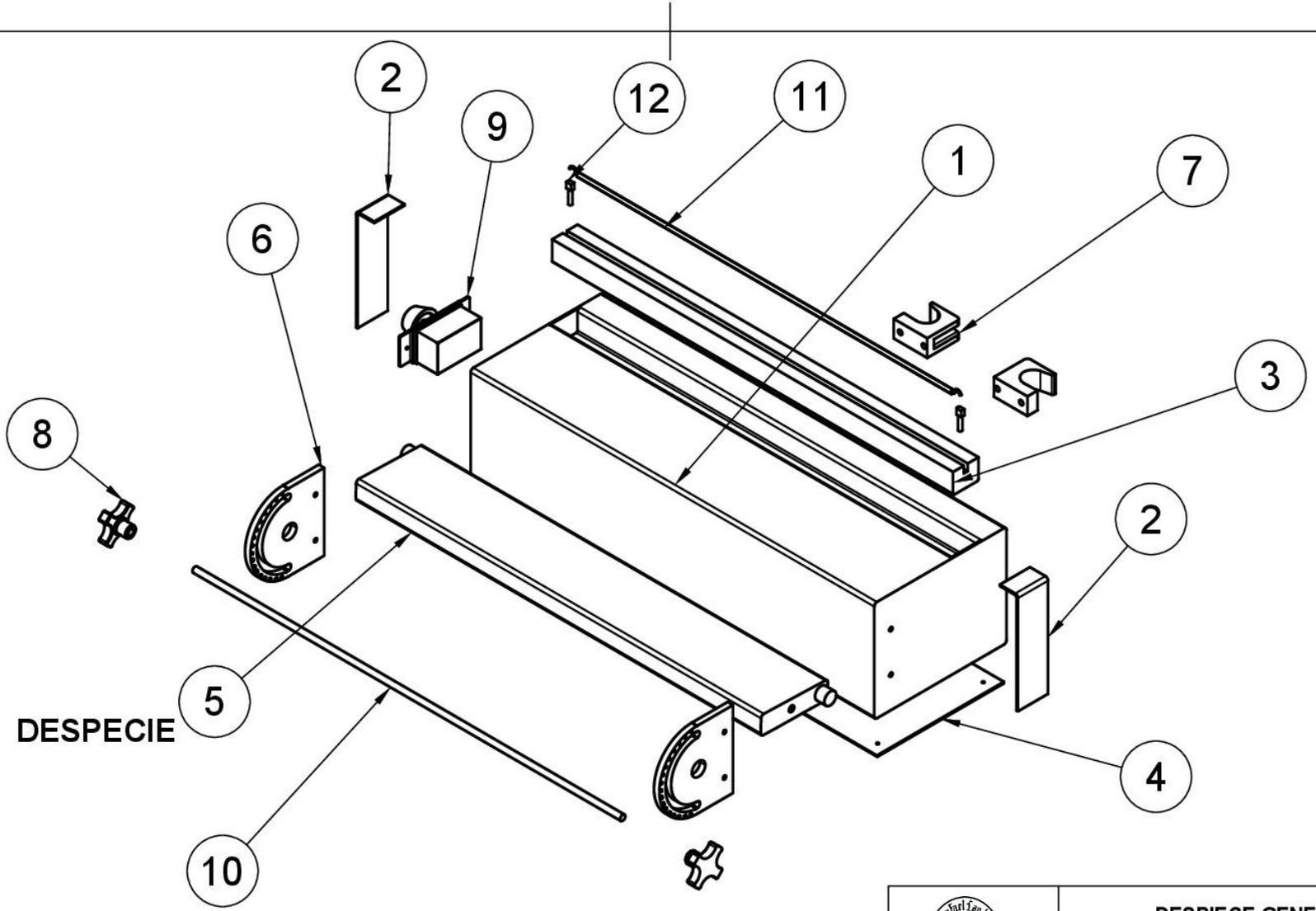
KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM

ASESOR: CARLOS LORENZI

UNIDAD DE MEDIDA  
MM

ESCALA: 1:5

PLANO: 2/19



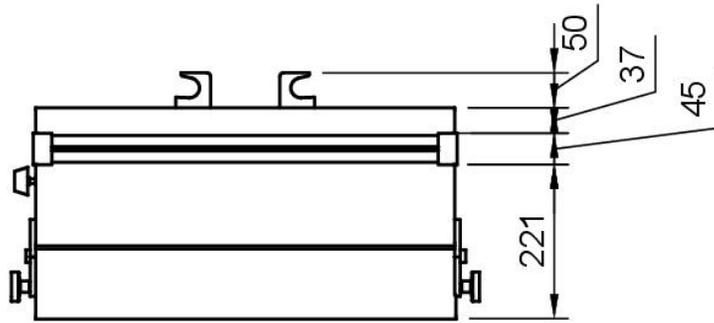
DESPECIE

	<b>DESPIECE GENERAL</b>		
	<b>MAGMA</b>		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM		
	ASESOR: CARLOS LORENZI		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA: 1:6	PLANO: 3/19

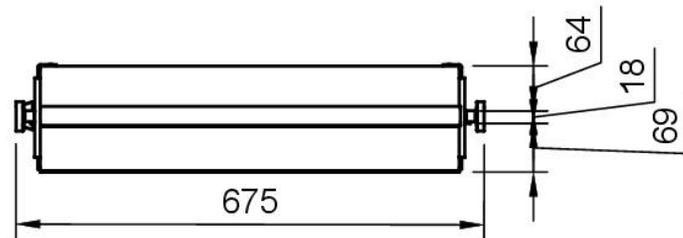
**LISTA DE DESPIECE: MAGMA**

ITEM	NOMBRE	MEDIDA	MATERIAL	CANT.
1	CUERPO	PLANO NÚM.6	LÁMINA DE ACERO 1018 ESPESOR 1 MM	1
2	LATERAL	PLANO NÚM.9	LÁMINA DE ACERO 1018 ESPESOR 1 MM	2
3	PIEZA CERÁMICA	PLANO NÚM.10	CERÁMICA	1
4	TAPA INFERIOR	PLANO NÚM.12	LÁMINA DE ACERO 1018 ESPESOR 1 MM	1
5	BANDEJA	PLANO NÚM.13	LÁMINA DE ACERO 1018 ESPESOR 1 MM	1
6	TRANSPORTADOR	PLANO NÚM.15	ACRÍLICO TRANSPARENTE 8 MM	2
7	SOPORTE CABLE	PLANO NÚM.16	IMPRESIÓN 3D PLA	2
8	PERILLA	PLANO NÚM.18	IMPRESIÓN 3D PLA	2
9	DIMMER	600 WATTS 120 VAC		1
10	BARILLA ENROSCADA	$\frac{5}{16}$ " X 640 MM	ACERO GALVANIZADO	1
11	RESISTENCIA	22 OHM	NIQUEL	1
14	CONECTOR	CONECTOR $\frac{1}{8}$ "	LATÓN	2

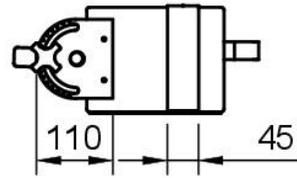
	<b>LISTA DE PIEZAS</b>		
	<b>MAGMA</b>		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM		
	ASESOR: CARLOS LORENZI		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA:	PLANO: 4/19



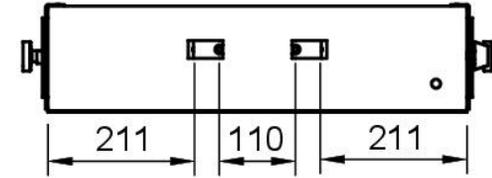
VISTA SUPERIOR



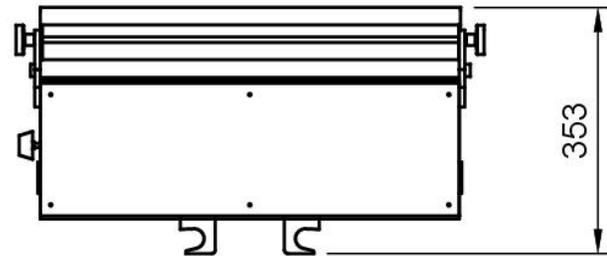
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



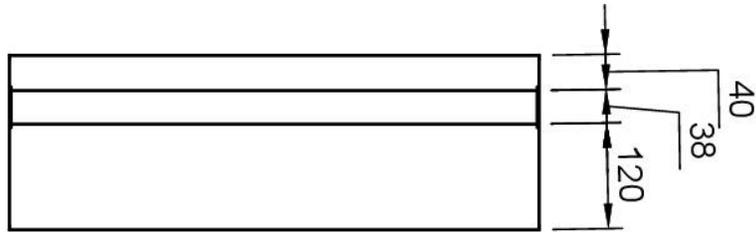
VISTA POSTERIOR



VISTA INFERIOR

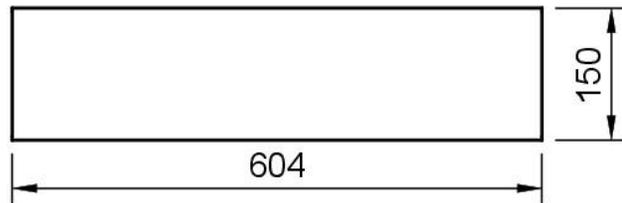
### VISTAS GENERALES MAGMA

	<b>VISTAS ORTOGONALES GENERALES</b>		
	<b>MAGMA</b>		
<b>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR</b>	KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM		
	ASESOR: CARLOS LORENZI		
<b>DISEÑO INDUSTRIAL</b> PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA: 1:10	PLANO: 5/19

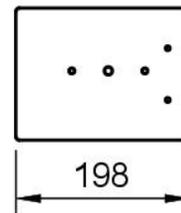


VISTA SUPERIOR

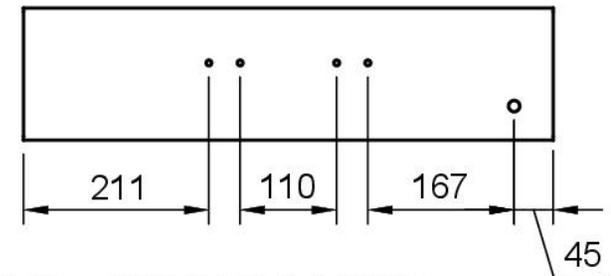
**VISTAS ORTOGONALES  
CUERPO**



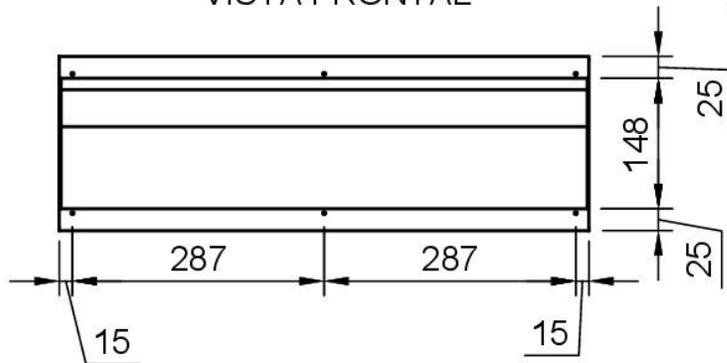
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



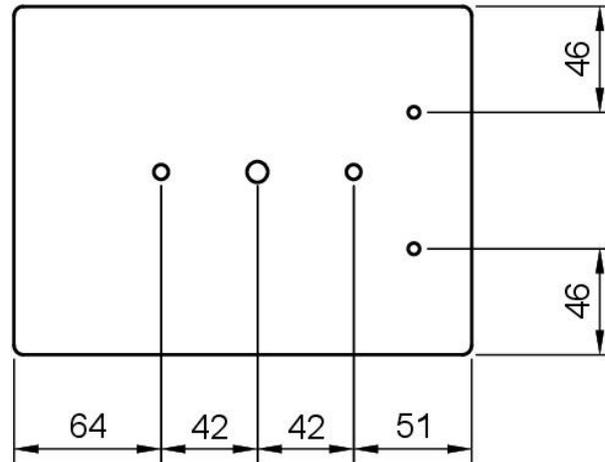
VISTA POSTERIOR



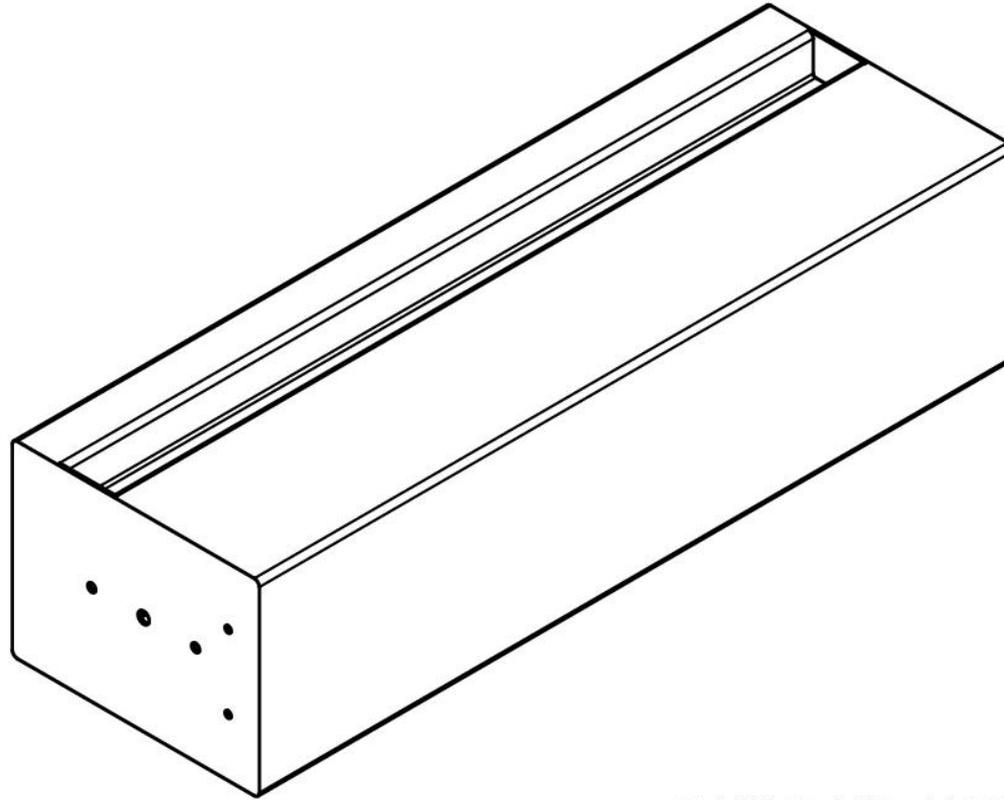
VISTA INFERIOR

	<b>1. CUERPO: VISTAS ORTOGONALES</b>		
	<b>MAGMA</b>		
<b>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR</b>	<b>KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM</b>		
	<b>ASESOR: CARLOS LORENZI</b>		
<b>DISEÑO INDUSTRIAL</b> PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA: 1:10	PLANO: 6/19

VISTA LATERAL DERECHA  
CUERPO  
DETALLE DE AGUJEROS



	<b>1. CUERPO: VISTA LATERAL</b>		
	<b>MAGMA</b>		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM		
	ASESOR: CARLOS LORENZI		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA: 1:3	PLANO: 7/19



CUERPO: VISTA ISOMÉTRICA



UNIVERSIDAD  
RAFAEL  
LANDÍVAR

DISEÑO  
INDUSTRIAL  
PROYECTO DE GRADO

**1 CUERPO: VISTA ISOMÉTRICA**

**MAGMA**

KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM

ASESOR: CARLOS LORENZI

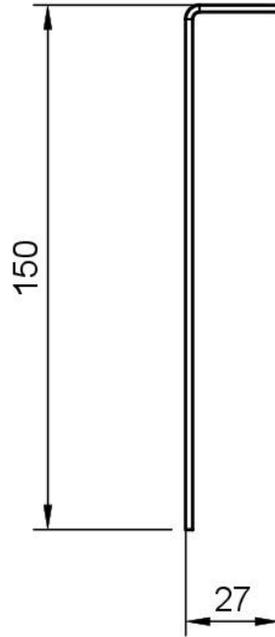
UNIDAD DE MEDIDA  
MM

ESCALA:1:5

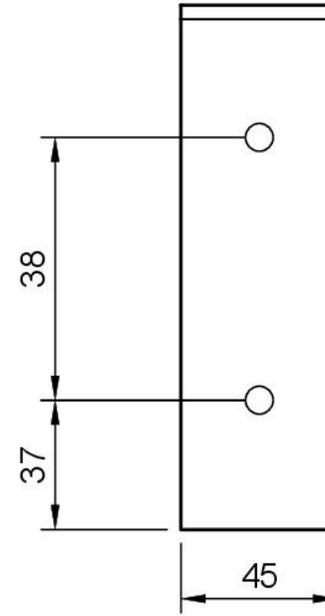
PLANO: 8/19



VISTA ISOMÉTRICA

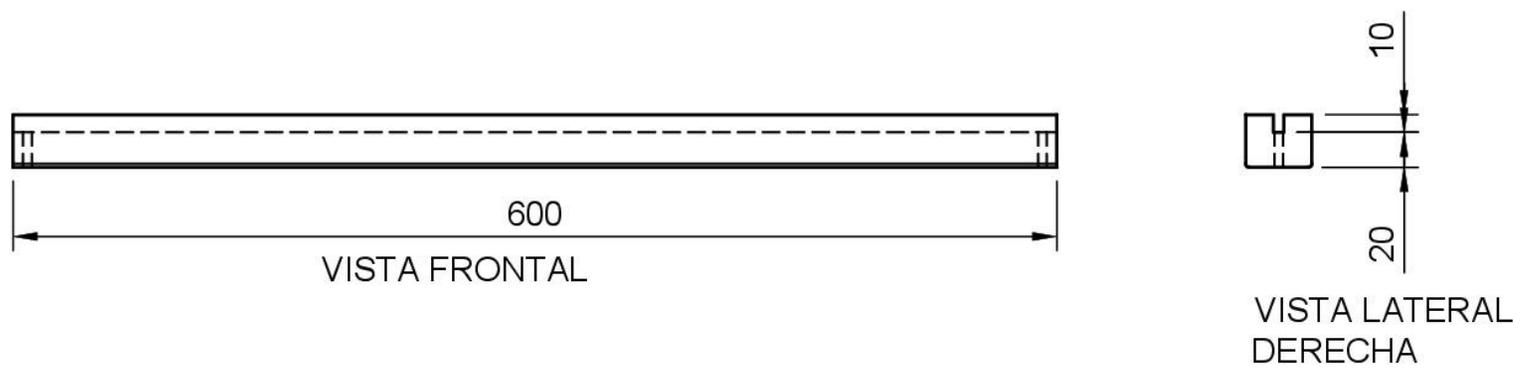
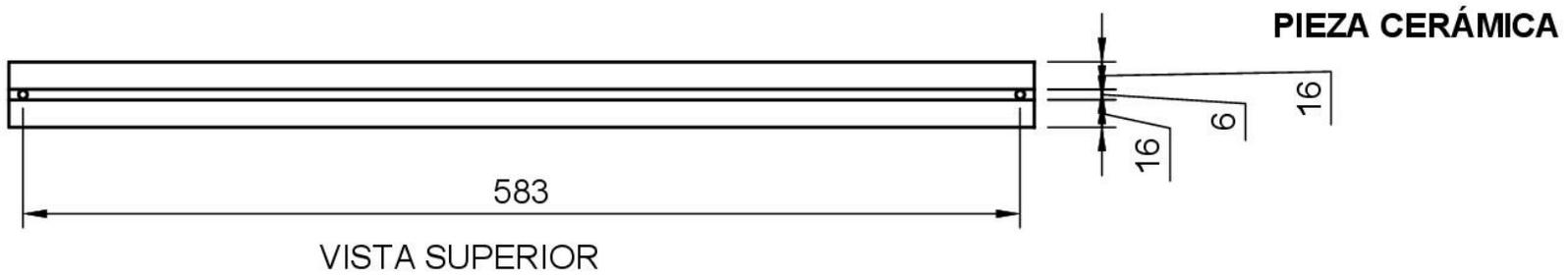


VISTA FRONTAL

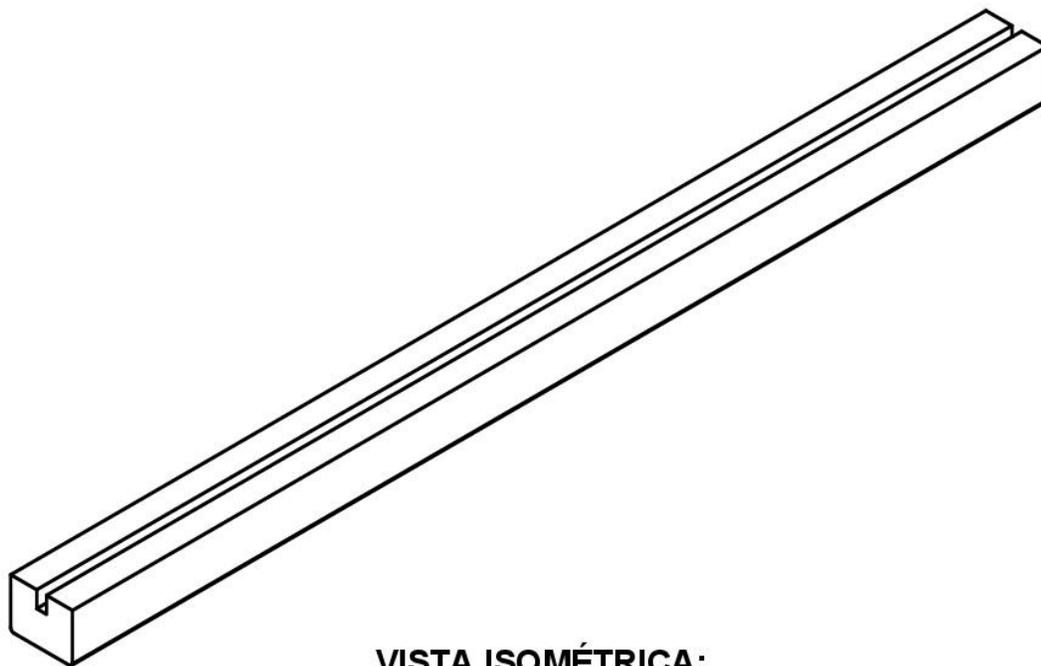


VISTA LATERAL DERECHA

	<b>2. LATERAL: VISTAS ORTOGONALES</b>		
	<b>MAGMA</b>		
<b>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR</b>	<b>KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM</b>		
	<b>ASESOR: CARLOS LORENZI</b>		
<b>DISEÑO INDUSTRIAL</b> PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA: 1:2	PLANO: 9/19



	<b>3.PIEZA CERÁMICA: VISTAS ORTOGONALES</b>		
	<b>MAGMA</b>		
<b>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR</b>	<b>KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM</b>		
	<b>ASESOR: CARLOS LORENZI</b>		
<b>DISEÑO INDUSTRIAL</b> PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA: 1:10	PLANO: 10/19



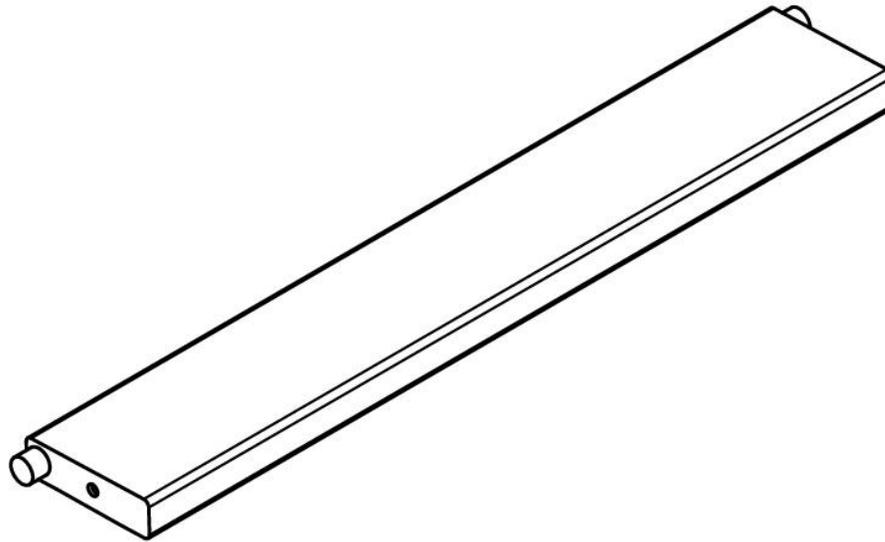
**VISTA ISOMÉTRICA:  
PIEZA CERÁMICA**

	<b>4. CERÁMICA: VISTA ISOMÉTRICA</b>		
	<b>MAGMA</b>		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM		
	ASESOR: CARLOS LORENZI		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA: 1:10	PLANO: 11/19



VISTAS ORTOGONALES  
TAPA INFERIOR

	<b>4. TAPA INFERIOR</b>		
	<b>MAGMA</b>		
<b>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR</b>	<b>KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM</b>		
	<b>ASESOR: CARLOS LORENZI</b>		
<b>DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO</b>	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA: 1:5	PLANO: 12/19



**VISTA ISOMÉTRICA:  
BANDEJA**



**UNIVERSIDAD  
RAFAEL  
LANDÍVAR**

**DISEÑO  
INDUSTRIAL**  
PROYECTO DE GRADO

**5. BANDEJA: VISTA ISOMÉTRICA**

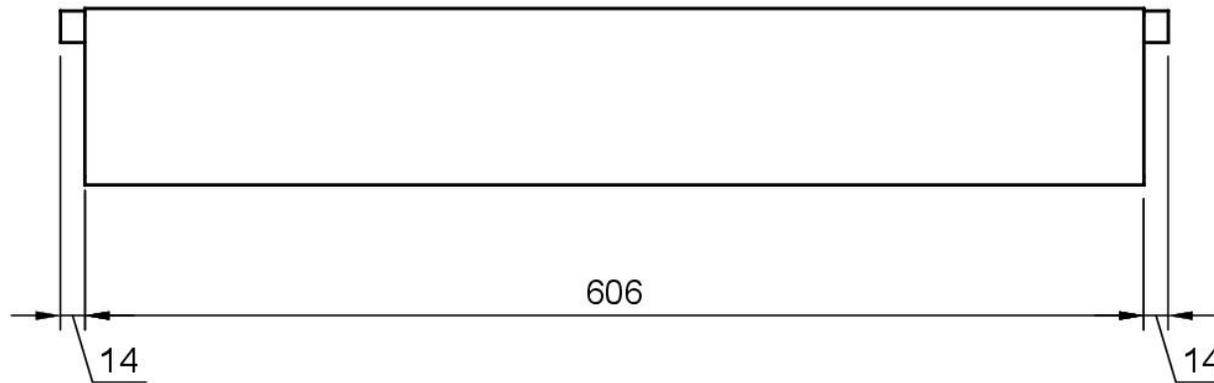
**MAGMA**

**KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM**  
**ASESOR: CARLOS LORENZI**

UNIDAD DE MEDIDA  
MM

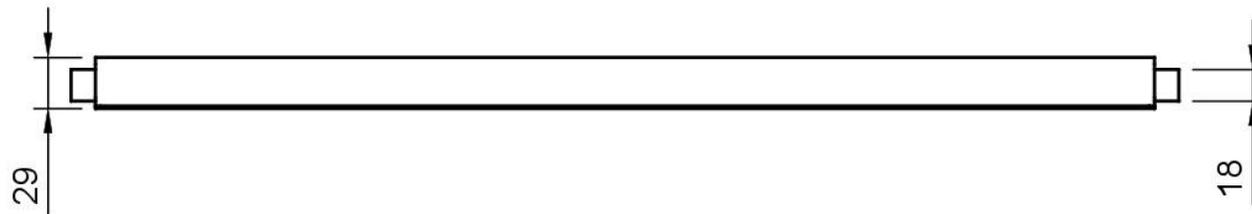
ESCALA: 1:4

PLANO: 14/19

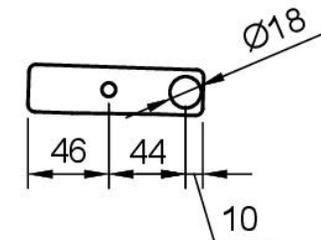


bandeja

VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



UNIVERSIDAD  
RAFAEL  
LANDÍVAR

DISEÑO  
INDUSTRIAL  
PROYECTO DE GRADO

**5.BANDEJA: VISTAS ORTOGONALES**

**MAGMA**

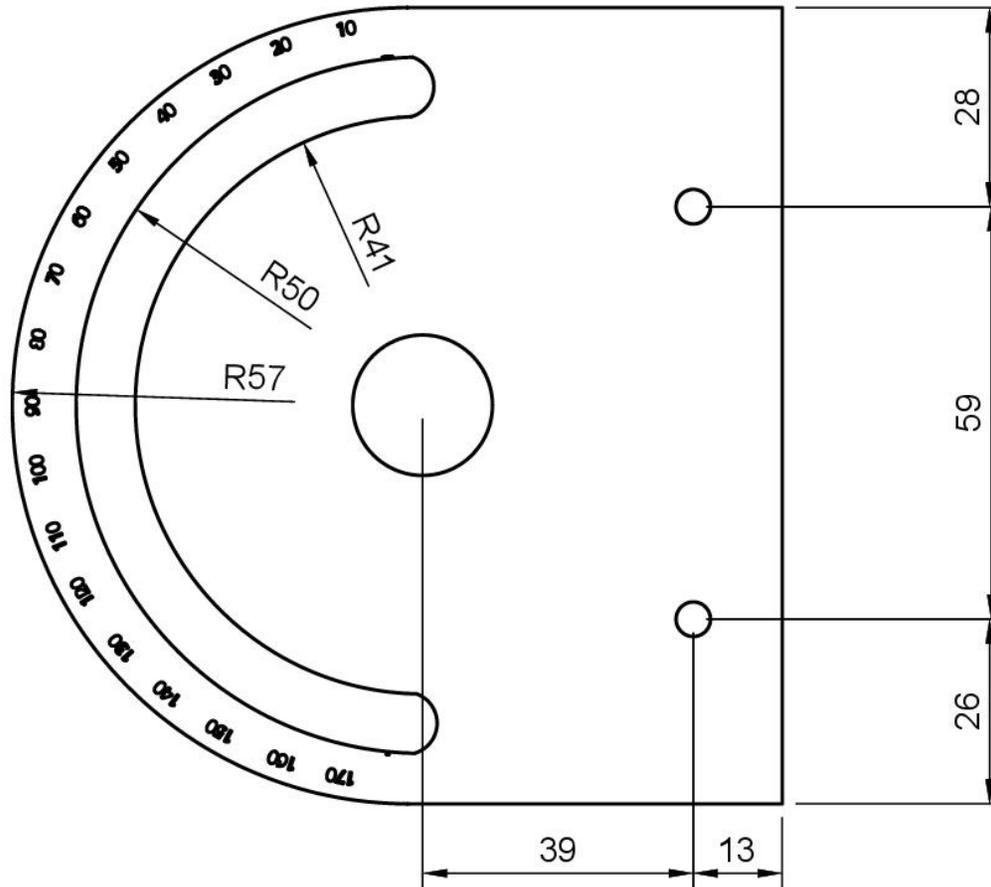
KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM

ASESOR: CARLOS LORENZI

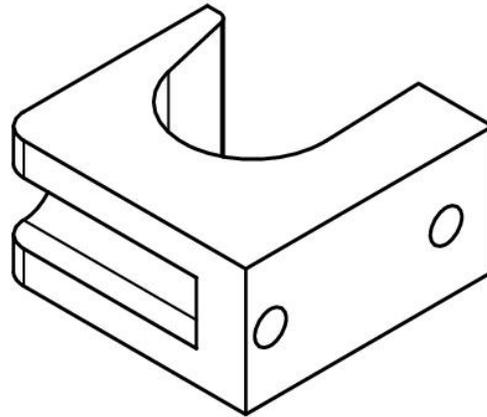
UNIDAD DE MEDIDA  
MM

ESCALA: 1:4

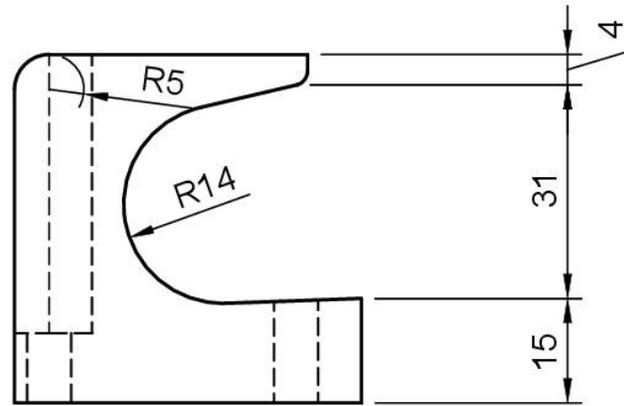
PLANO: 12/15



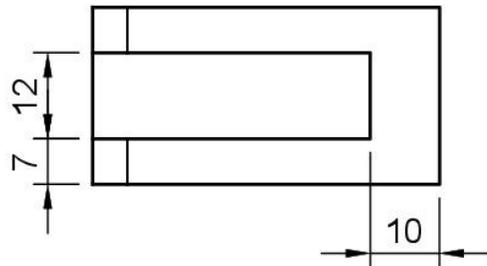
	<b>6. TRANSPORTADOR</b>		
	<b>MAGMA</b>		
<b>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR</b>	<b>KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM</b>		
	<b>ASESOR: CARLOS LORENZI</b>		
<b>DISEÑO INDUSTRIAL</b> PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA: 1:1	PLANO: 15/19



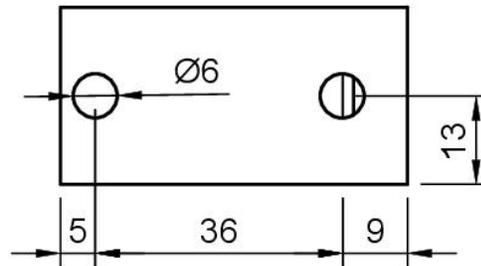
	<b>7.SOPORTE DE CABLE: VISTA ISOMÉTRICA</b>		
	<b>MAGMA</b>		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM		
	ASESOR: CARLOS LORENZI		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA:1:1	PLANO: 17/19



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL IZQUIERDA

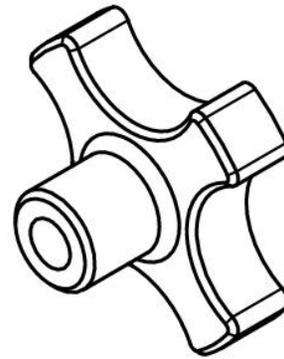


VISTA FRONTAL



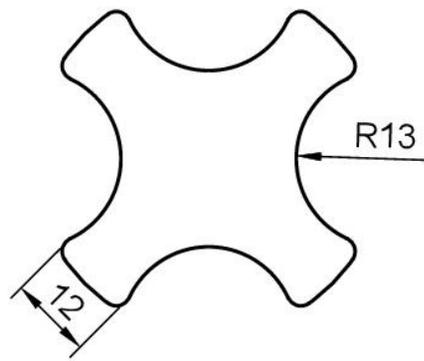
VISTA LATERAL DERECHA

	<b>7. SOPORTE DE CABLE: VISTAS ORTOGONALES</b>		
	<b>MAGMA</b>		
<b>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR</b>	<b>KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM</b>		
	<b>ASESOR: CARLOS LORENZI</b>		
<b>DISEÑO INDUSTRIAL</b> PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA: 1:1	PLANO: 16/19

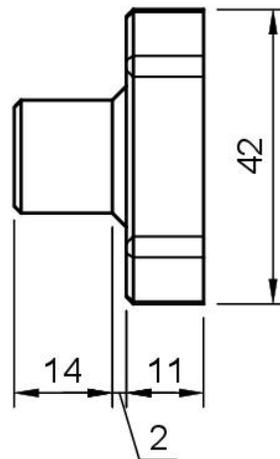


**VISTA ISOMÉTRICA:  
PERILLA**

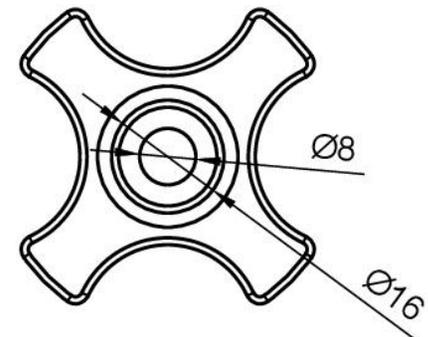
	<b>8. PERILLA: VISTA ISOMÉTRICA</b>		
	<b>MAGMA</b>		
<b>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR</b>	<b>KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM</b>		
	<b>ASESOR: CARLOS LORENZI</b>		
<b>DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO</b>	UNIDAD DE MEDIDA MM	ESCALA: 1:1	PLANO: 19/19



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA POSTERIOR

	<b>8.PERILLA: VISTAS ORTOGONALES</b>		
	<b>MAGMA</b>		
<b>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR</b>	<b>KRISTIAN ALEXANDER WINTER SAM</b> <b>ASESOR: CARLOS LORENZI</b>		
	<b>DISEÑO INDUSTRIAL</b> <small>PROYECTO DE GRADO</small>	<small>UNIDAD DE MEDIDA</small> <small>MM</small>	<small>ESCALA:1:1</small>

## 7 Costos

GASTOS MANO DE OBRA						
REFERENCIA	MANO DE OBRA		VALOR/HORA	HORAS		TOTAL
CUERPO PLANO NÚM.07	HERRERO	Q	30.00	2	Q	90.00
LATERL CUERPO I PLANO NÚM.8	HERRERO	Q	30.00	0.15	Q	4.50
LATERAL CUERPO D PLANO NÚM.8	HERRERO	Q	30.00	0.15	Q	4.50
PIEZA CERAMICA PLANO NÚM.10	CERAMISTA	Q	25.00	4	Q	100.00
TAPA INFERIOR PLANO NÚM.11	HERRERO	Q	30.00	0.25	Q	7.50
BANDEJA PLANO NÚM.13	HERRERO	Q	30.00	2	Q	60.00
TRANSPORTADOR	LASERTEC	Q	270.00	0.15	Q	40.50
PERILLA PLANO NÚM.18	ROCKET WEARHOUSE	Q	40.00	1	Q	40.00
SOPORTE DE CABLE PANO NÚM.16	ROCKET WEARHOUSE	Q	40.00	1	Q	40.00
ESCUADRAS PARA PEGAR	ROCKET WEARHOUSE	Q	40.00	1	Q	40.00
ENSAMBLE ELÉCTRICO	ROCKET WEARHOUSE	Q	40.00	0.5	Q	20.00
GRABADO LASER CUADRILLA	LASERTEC	Q	270.00	0.25	Q	67.50
PINTURA	PINTURA ELECTROESTATICA	Q	250.00	1	Q	250.00
					TOTAL MANO DE OBRA	Q 764.50

COSTOS OTROS MATERIALES

DESCRIPCIÓN	PRESENTACION	CANTIDAD	PRECIO POR UNIDAD	PRECIO
RESISTENCIA DE NIQUEL	UNIDAD	1	Q 8.00	Q 8.00
TORNILLO ALLEN	UNIDAD	15	Q 1.50	Q 22.50
TORNILLO ALLEN 1/2 PULGADA	UNIDAD	10	Q 1.00	Q 10.00
CABLE PIE	PIE	3	Q 4.00	Q 12.00
CABLE CON ENCHUFE	UNIDAD	1	Q 20.00	Q 20.00
IMANES	UNIDAD	4	Q 10.00	Q 40.00
TOTAL MATERIALES				Q 112.50
TOTAL GASTOS DIRECTOS				Q 877.00

GASTOS FIJOS INDIRECTOS

DESCRIPCIÓN	VALOR
LUZ	Q 75.00
AGUA	Q 45.00

GFI POR UNIDAD Q 6.00

GASTOS INDIRECTOS

DESCRIPCION	MANO DE OBRA	VALOR/HORA	HORA	TOTAL
MOLDE DE YESO PARA PIEZA CERÁMICA PLANO NO.10	CERAMISTA	Q 30.00	3.5	Q 105.00

TOTAL GASTOS INDERECTOS	Q	105.00	G/UNIDAD	Q	1.50
-------------------------	---	--------	----------	---	------

VIDA ÚTIL DE LOS MOLDES	100 UNIDADES				
-------------------------	--------------	--	--	--	--

COSTO TOTAL					
DESCRIPCIÓN	POR UNIDAD		POR LOTE DE PRODUCCIÓN (50 UNIDADES)		
COSTOS DIRECTOS	Q	877.00	Q	43,850.00	
COSTOS FIJOS INDIRECTOS	Q	6.00	Q	300.00	
COSTOS INDIRECTOS	Q	1.50	Q	75.00	
COSTO TOTAL	Q	884.50		Q	44,225.00

	POR UNIDAD		POR LOTE DE PRODUCCIÓN DE 50	
PRECIO DE VENTA	Q	1,194.08	Q	59,703.75
UTILIDAD DEL 35% POR UNIDAD	Q	309.57	Q	15,478.50

## 8 Conclusiones y recomendaciones

### 8.1 Conclusiones

1. En Guatemala hay capacidad de poder realizar máquinas para empresas MYPIMES, que puedan generar productos de buena y alta calidad, para poder competir con empresas altamente industrializadas. Se necesitan máquinas de bajo costo para apoyar las pequeñas y medianas empresas y que ellas puedan salir adelante.
2. La fabricación de maquinaria para MYPIMES se puede producir a bajo costo, y localmente es adaptada al contexto que se trabaja, esto depende de la empresa y de la fabricación de sus productos.

### 8.2 Recomendaciones

1. La maquinaria en una empresa es un motor de crecimiento empresarial, que agiliza procesos por tanto genera una producción más eficaz y eficiente.
2. El crecimiento de una MYPIMES se debe a la innovación y desarrollo, esto depende de la necesidad en el mercado, diseña y resuelve los

problemas de producción, mediante maquinaria semindustrial y que acredite clientes a la competencia.

3. Se sugiere el estudio de diferentes materiales para tener un análisis y poder producir un prototipo y producto final, sin necesidad de algún error.
4. Se sugiere adaptar una guía de acuerdo con los ángulos que se requieren y con base en estos, trabajar los diferentes vertices.
5. Se sugiere trabajar con tiempo y desarrollar la máquina, relizar, varios ensayos, por medio de prueba y así comprobar el funcionamiento de la máquina.

## 9 Bibliografía

Avila-Chaurand, R., Padro León, L., & González, E. (2007). *Research Gate*. Recuperado el 5 de marzo de 2018, de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana:  
[https://www.researchgate.net/publication/31722433\\_Dimensiones\\_antropometricas\\_de\\_la\\_poblacion\\_latinoamericana\\_Mexico\\_Cuba\\_Colombia\\_Chile\\_R\\_Avila\\_Chaurand\\_LR\\_Prado\\_Leon\\_EL\\_Gonzalez\\_Munoz](https://www.researchgate.net/publication/31722433_Dimensiones_antropometricas_de_la_poblacion_latinoamericana_Mexico_Cuba_Colombia_Chile_R_Avila_Chaurand_LR_Prado_Leon_EL_Gonzalez_Munoz)

Banco Mundial. (1 de noviembre de 2010). *Documentos e informes*. Recuperado el 3 de abril de 2018, de Desarrollo de las pymes en Guatemala: Permitir el auge de 10.000 empresas:  
<http://documentos.bancomundial.org/curated/es/621881468251746633/Desarrollo-de-pymes-en-Guatemala-facilitando-el-florecimiento-de-10-000-empresas>

CIEN. (Mayo de 2010). *Mejoremos Guate*. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de  
<http://www.mejoremosguate.org/cms/content/file>

[s/diagnosticos/economicos/Lineamientos\\_PYMES\\_05-05-2011.pdf](s/diagnosticos/economicos/Lineamientos_PYMES_05-05-2011.pdf)

Dadachanji, D. (25 de Abril de 2018). *Uses of Thermoplastics*. Recuperado el 1 de May de 2018, de Sciencing: <https://sciencing.com/uses-thermoplastics-2457.html>

DIY network. (2009). *Skills and Know how - Workshops*. Recuperado el 22 de Abril de 2018, de DIY Network Web site: <https://www.diynetwork.com/how-to/skills-and-know-how/workshops/essential-workshop-handtools>

ENEI. (2018). *Instituto Nacional de Estadística*. Recuperado el 22 de marzo de 2018, de Encuesta Nacional de empleo e ingresos:  
<https://www.ine.gob.gt/index.php/encuestas/empleo-e-ingresos>

Merino., J. P. (Abril de 2013). *Definición*. Recuperado el Marzo de 2018, de  
<https://definicion.de/herramienta/>

Pérez Porto, J., & Merino, M. (2010). *Definición*.  
Recuperado el 22 de Abril de 2018, de Definición de  
Herramienta: <https://definicion.de/herramienta/>

Plastics International. (2018). *Polycarbonate Sheet*.  
Recuperado el 1 de Mayo de 2018, de Plastic  
International Web Site:  
<http://www.plasticsintl.com/polycarbonate-sheet.html>

Rao Posinasetti, N. (17 de Enero de 2008). *University of  
Northen Iowa*. Recuperado el 22 de Abril de 2018,  
de Manufacturing Tooling Introduction:  
<https://uni.edu/~rao/Mfg%20Tooling%20-01%20Intro.pdf>

Renishaw. (2010). *The importance of machine tool probes  
to precision manufacturing*. Recuperado el 22 de

Abril de 2018, de Renishaw web site:  
<http://www.renishaw.com/en/the-importance-of-machine-tool-probes-to-precision-manufacturing-32422>

Spitler, D. (2003). *Fundamentals of Tool Design* (5ª edición ed.). Dearborn, Michigan: Society of Manufacturing Engineers.

ub. (30 de 05 de 2016). *ub*. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de  
<http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/punt1.html>

## 10 Anexos



Ilustración 66. Como se utilizaba antes. Fuente: Propia





Ilustración 69. Producción glorificador xl. Fuente: Propia



Ilustración 68. Glorificadores xl. Fuente: Propia

**LASERTEC**

Guatemala 5 de Julio de 2018

Señores Consejo de Facultad  
Universidad Rafael Landívar

A quien interese,

Por medio de la presente hago constar que la MAGMA ha sido utilizada en Lasertec en los últimos 3 meses para diversos proyectos, entre ellos glorificadores de botella, precieros, rótulos, porta menús, acrílicos para identificación de anaqueles en bodegas, entre otros. Nos ha funcionado para doblar y moldear acrílico de diversos grosores (entre 2 a 8mm) y pvc en ángulos exactos, en producción en serie.

La MAGNA ha agilizado los procesos, ha perfeccionado los acabados, y nos ha permitido ampliar nuestro portafolio de productos. Por esto estamos totalmente convencidos que la MAGMA es un producto viable para vender en empresas con un giro de negocios similar al nuestro.

Doy fe a la presente.

Atentamente,



Manola Flores de Solé  
Gerente General  
Lasertec Guatemala

 [info@lasertec.com.gt](mailto:info@lasertec.com.gt)

 (502)5353 5304 (502)2308 4240

 [www.lasertec.com.gt](http://www.lasertec.com.gt)

Ilustración 70. Carta de aceptación del producto. Fuente: Propia

## Recomendaciones de uso ideal.

### Uso

- Conectar la herramienta a una corriente eléctrica de 110V.
- Asegurarse de colocar el ángulo en el cual trabajará y luego encienda la herramienta.
- Utilizar la herramienta en un espacio con flujo de ventilación.
- Apagar la herramienta al terminar de usarla.
- Asegurarse de desconectar MAGMA sin tensar el cable.

### Tiempo

- Encender la herramienta y esperar 2 minutos antes de empezar a utilizarla.
- Se recomienda utilizar MAGMA con tiempo máximo de 1 hora, con intervalos de descanso de 15 minutos.

### Mantenimiento

- Limpiar la herramienta luego de utilizarla.
- Desconectar la herramienta antes de realizarle mantenimiento.
- Ser precavidos al transportar la herramienta.
- Desconectar la herramienta antes de realizar cualquier mantenimiento.
- Utilizar piezas específicas de MAGMA para realizar cualquier cambio o mantenimiento.
- Utilizar el desarmador proporcionado para el desmontaje de la herramienta.