



CCADET

CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Sistema de Retroproyección Desarrollado con Manufactura Avanzada.

**Juan Salvador Pérez Lomelí,
Mario González Cardel,
José Rufino Díaz Uribe**

Diciembre de 2012

Proyecto de Desarrollo Tecnológico

Institución Patrocinadora: CCADET e ICyTDF

Sistema de Retroproyección Desarrollado con Manufactura Avanzada.

Juan Salvador Pérez Lomelí, Mario González Cardel, José Rufino Díaz Uribe

Resumen

Este proyecto se realizó para mejorar el retroproyector realizado en 1996, aplicando nuevas técnicas de producción con que cuenta el CCADET, como la manufactura aditiva y el corte por chorro de agua, y así registrarlo ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). El CCADET financió la construcción de dos modelos funcionales. Su registro fue financiado por el Instituto de Ciencia y Tecnología del D. F. (ICyT), y se le entregó un prototipo para su registro.

Para definir las modificaciones, se fabricaron dos modelos funcionales, se cambió el foco de la fuente luminosa por uno de fácil adquisición, causando que las dimensiones del proyecto anterior cambiaran y por ende se debieron desarrollar modelos para lograr las medidas finales del retroproyector. Este requiere un sistema de enfriamiento que disipe el calor generado por la lámpara, se diseñó un sistema de bajo peso.

Con las nuevas técnicas se puede lograr prototipos de alta calidad y excelente presentación en un menor tiempo, pero si consideramos que para hacer piezas en el chorro de agua implica cortar lamina de la forma y el espesor que uno desee, el proceso es muy rápido ya que nada más se coloca la lámina y el programa de computo correspondiente, dependiendo de la geometría y el espesor del material, la pieza sale en minutos, de otra forma habría que hacer troqueles, proceso que podría emplear un mes de trabajo como mínimo.

Las mismas ventajas se pueden considerar en la manufactura aditiva, pues ahorra meses de trabajo al no elaborar un molde, para lograr una pieza que así lo requiera y con una producción mínima de 1000 piezas. Otra ventaja es la de manejar los polímeros llamados de Ingeniería y poder mezclarlos y así lograr piezas mecánicamente más fuertes, que con la tecnología de inyección de plástico.

ÍNDICE

Introducción.	4
1.-Diseño	4
1.1.- Requerimientos de diseño	4
1.2.- Sistema de retro proyección	4
1.3.- Descripción del trabajo	4
1.4.- Modelo para pruebas funcionamiento	5
1.4.1.- Lista de trabajo	5
2.- Planos primer modelo	6
2.1.- Piezas de metal corte por chorro de agua	6
2.2.- Lista de partes	8
2.3.- Imágenes de desarrollo del modelo	8
3.- Resultados del primer prototipo	10
3.1.- Descripción	10
3.2.- Sistema mecánico /operación	10
3.3.- Sistema de iluminación	10
4.- Segundo Prototipo	11
4.1.- Dimensiones de operación	11
4.2.- Características del Retroproyector	11
4.3.- Sistema Mecánico	11
4.4.- Sistema óptico	14
4.4.1.- Lista de partes del sistema óptico.	14
4.4.2 Iluminación	15
4.4.3 Enfoque	16
4.4. 4.-Alineación.	16
4.4.5.-Costos	19

4.5.- Sistema de enfriamiento	
4.5.1.- Lista de partes del sistema enfriamiento	19
4.5.2.- Mascarilla y circuito impreso	20
4.5.3.- Costos partes electrónicas	20
5.- PLANOS FINALES	21
5.1.- Dimensiones de operación	22
5.2.- Características del Retroproyector	22
5.3.- Piezas de lámina cortadas en Hidrojet (Chorro de Agua),	22
5.4.- Desarrollo de piezas para Manufactura Avanzada	23
5.5.- Piezas de PVC maquinado Sistema Óptico	25
5.6.- Posiciones del retroproyector	29
5.7.- Modelos virtuales de modelados con el programa de Inventor 2012	30
6.- Procesos de producción Tecnología CAD CAM	30
6.1.- Ventajas en este tipo de producción	32
6.2.- Proceso de Producción	32
6.2.1.- Moldeado	32
6.2.2.- Deformación	33
6.2.3.- Revestimiento	33
6.2.4.- Caracterización	33
6.2.5.- Unión	33
6.2.6.- Separación	33
6.2.7.- Técnicas tradicionales aplicadas al retroproyector	33
7.- Desarrollo de las Piezas con el procedimiento de la Manufactura Avanzada	34
7.1.- Corte Hidrojet (chorro de agua),	34
7.2.- Formatos de trabajo CAD CAM	34
7.3.- Procesos de Manufactura Aditiva aplicados al retroproyector	34
7.4.- Formatos de trabajo CAD CAM	35
7.5.- Manufactura sin herramientas	35
7.6.- Fotografías del proceso de Manufactura Avanzada	37
7.7.- Fotos del segundo prototipo.	39
7.8.- Segundo Prototipo en Operación	39
Conclusiones	40
Bibliografía	41

Introducción

Éste trabajo fue realizado para el Instituto de Ciencia y Tecnología (ICyT), del DF, su antecedente fue un informe técnico de un Retroproyector realizado en 1996 del Dr. Rufino Díaz y con la colaboración del Dr. Gabriel Ascanio. El retroproyector se encuentra en un catálogo de tecnologías disponibles del CCADET y fue escogido por el ICyT (2011), para registrarlo como modelo de utilidad.

El nuevo proyecto (2011-2012), del retroproyector, fue actualizar y fabricar un prototipo funcional, para su evaluación y registro. El trabajo fue realizado en un periodo de aproximadamente 12 meses y tuvo como resultado dos modelos funcionales y un prototipo final, fabricado con tecnologías de manufactura avanzada para su evaluación, el primero se entregó, como se dijo anteriormente al ICyT y el otro se hicieron las adecuaciones para que terminara en un modelo funcional con los parámetros de diseño requeridos.

1.- Diseño

1.1.- Requerimientos de diseño

Se tomaron en cuenta los parámetros de diseño siguientes:

Sistema compacto de 300 x 220 x 100

Facilidad de Ensamblado

Mantenimiento accesible y sencillo

Superficie de proyección de 1.5 a 2.0 m

Voltaje de alimentación

1.2.- Sistema de retro proyección

Este sistema consta de 6 sub sistemas:

- Sistema mecánico / operación
- Sistema eléctrico
- Sistema óptico
- Sistema de iluminación
- Sistema de enfriamiento
- Envolvente

1.3.- Descripción del trabajo

Para llegar al prototipo final, se fabricó un modelo funcional para hacer diferentes pruebas de operación. Con este modelo se lograron los parámetros requeridos para el diseño final.

1.4.- Modelo para pruebas de funcionamiento

Éste modelo se desarrolló para hacer pruebas de movimientos para la operación, como la de las dimensiones adecuadas para la óptica y así poder tener los nuevos parámetros para el desarrollo del prototipo final.

Se fabricó un modelo que consta de las siguientes partes:

- Base soporte
- Poste central
- Base del sistema óptico: lente y fuente de luz
- Carcasa del sistema óptico
- Base de aluminio de 320 mm x 250 mm y un $\frac{1}{4}$ de espesor maquinada en la parte central para hacer menos pesada la base pero con las dimensiones de la placa para hacerlo estable; en hueco central se coloca una placa de trovicel de 225 mm x 220 de 6 mm de espesor.
- Como poste para la colocación del sistema óptico se usó un perfil de aluminio de $1 \times \frac{1}{2}$ " con espesor de pared de $\frac{1}{8}$ " dando un brazo 30 cm de alto, el poste se coloca entre dos piezas de solera de Fe de $\frac{1}{4}$ de espesor y de 90 mm de alto x 25 mm de ancho con una ranura al centro de $\frac{1}{4}$ " x 50 mm que sirven para sujetar el poste y darle un rango de movimiento a la altura de 50 mm al poste
- Base del sistema óptico consta de base de lámina cal 18 de 145 mm x 260 mm con dos ranuras $\frac{1}{8}$ " x 50 mm para movimiento horizontal de espejo. Dos ranuras para movimiento horizontal del foco; además tiene dos barrenos de $\frac{1}{8}$ "

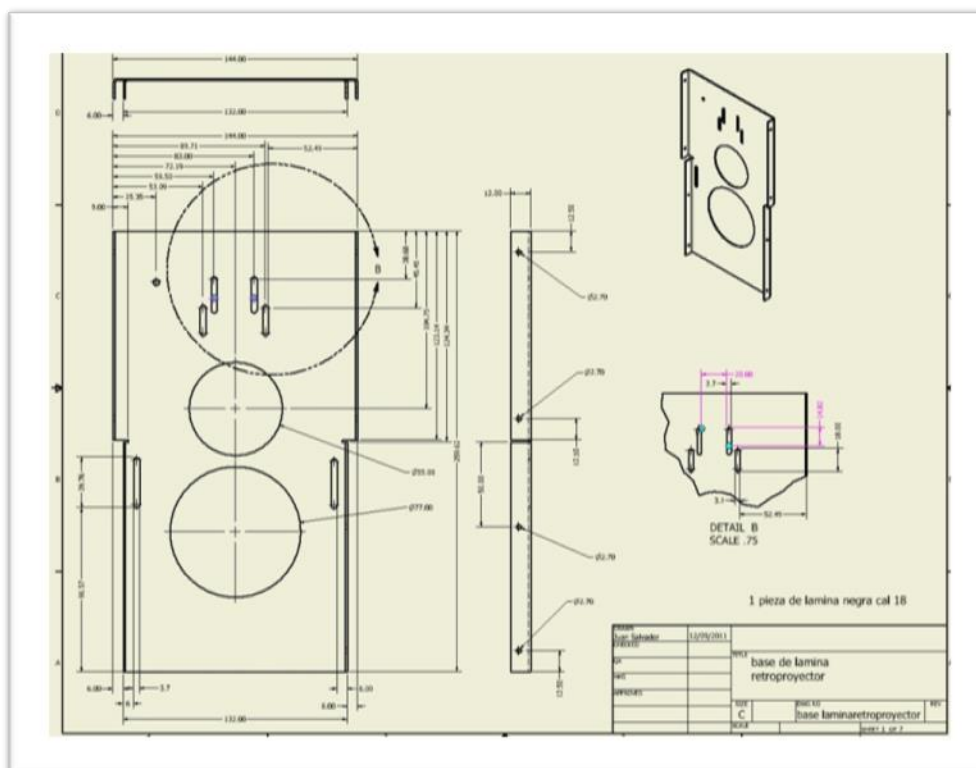
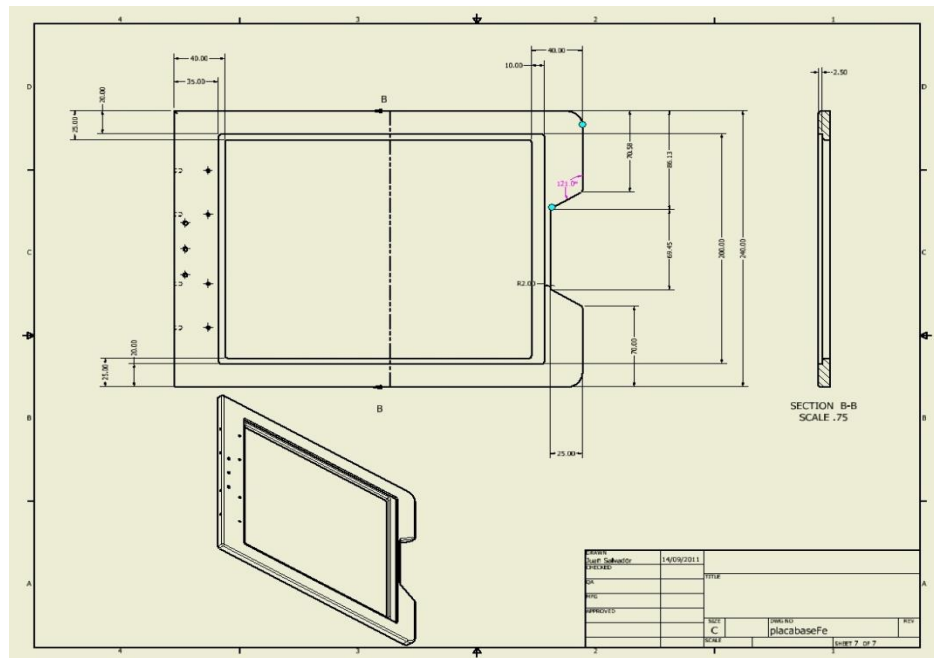
1.4.1.- Lista de trabajo

Para fabricación del prototipo del primer prototipo

Tarea a realizar	Acción
Prueba de brazos	Fabricación de tres propuestas de brazos con materiales estandarizados tubular rectangular de aluminio de $1" \times \frac{1}{2}"$ soleras de $2 \times \frac{1}{4}"$ soldadas para formar brazos
prueba de funcionamiento	Probar: rigidez y comportamiento de los brazos, material y comportamiento del cable para el sistema eléctrico
Fabricación de la base de lamina	Probar el mecanismo con el peso de todas las partes que conforman el sistema óptico y lumínico aproximado de la parte superior del proyector
Vo.bo. De mecanismo y brazos	Aprobación del mecanismo del proyector
Modelo funcional	Base móvil para colocación de lente y espejo sistema de proyección y sistema de iluminación hacia la parte de abajo (lente fresnel),

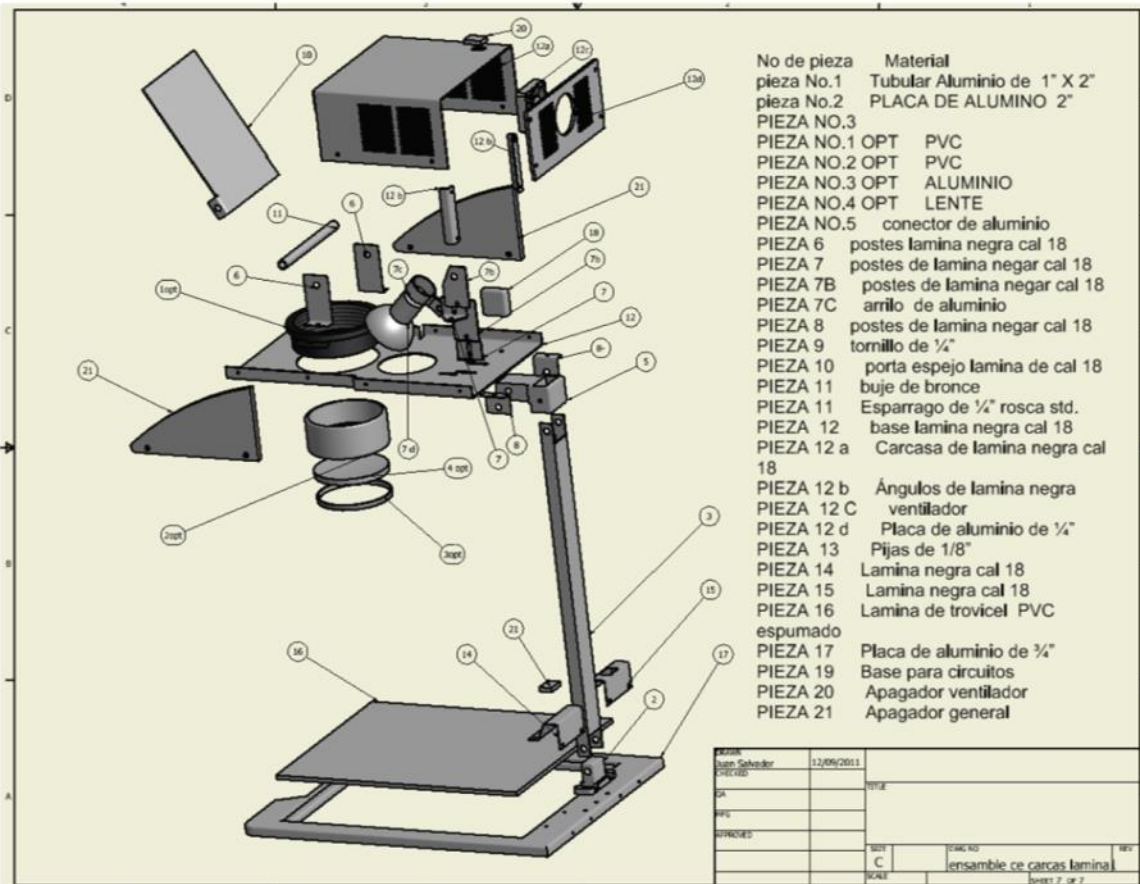
Pruebas de Óptica	Pruebas del sistema óptico
Medidas finales del proyector	Comprobación de medidas finales para el diseño y fabricación Final
Diseño del proyector	Modelo tridimensionales presentación virtual para checar los últimos detalles para fabricación
Aprobación del modelo virtual	Modelo en tres dimensiones
Diseño en 3 dimensiones para fabricación en Prototipado Rápido	Para la fabricación en máquinas de Prototipado rápido material abs y nylon en archivos stl.
Fabricación de brazos	
Fabricación de carcasa	Fabricación en material corte por chorro de agua
Fabricación sistema óptico	Fabricación en material abs Prototipado rápido
Espejos	Trapezoidal de 3 mm de espesor con base mayor de 10 cm y base menor de 6 cm y altura de 13 cm.
Fabricación de mecanismo	Fabricación en material abs Prototipado rápido
Espejo Fresnel	Reflective Fresnel lens samples número de catalogo CHAMPION TECHNOLOGY CHINA LIMITED. R2980145
sistema eléctrico	Armado piezas comerciales
carcasa de lamina	Fabricación en lámina cal 20 corte en chorro de agua.

2.1.-Piezas de metal corte por chorro de agua





2.2.- Lista de partes



2.3.- Imágenes de desarrollo del modelo

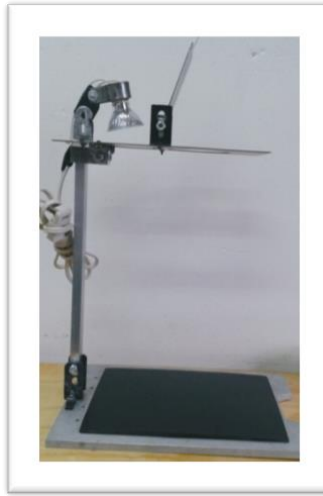
Sistema de iluminación



Pruebas de movimiento

Detalle de doblado de cejas fabricación de la base





Primer modelo funcional



Pruebas de brazos

3.- Resultados del primer prototipo

3.1.- Descripción

Con este primer prototipo se alcanzaron determinar las dimensiones generales del retroproyector que son:

- Distancia entre el centro del fresnel y la el lente de 325 mm
- Distancia de posicionamiento de la carcasa con respecto a la base de 345mm.
- Distancia y ángulo del foco hacia el centro del Fresnel 355 mm
- Distancia entre centro del foco y centro de la lente 84.5 mm

En este primer modelo se observó que un solo eje de apoyo para dar la altura al sistema de proyección da poca estabilidad al retroproyector, por lo que al prototipo final se le agrego otro poste para mejorar la seguridad.

3.2.- Sistema mecánico / operación

El sistema que sirve para poner en operación el retroproyector y poder cerrarlo, en un primer modelo se usaron tuercas de seguridad para evitar el movimiento al colocarlo en su posición de operación así, como para guardarlo al fin de una sesión de trabajo. Para lograr este movimiento,

se fabricó una prueba de mecanismo con materiales de PVC maquinado en torno, dando un buen resultado. Para el prototipo se sustituyen las piezas de PVC (Poli cloruro de vinilo), en barra para la prueba, por piezas de policarbonato con fibra de vidrio fabricado por la técnica de Manufactura Aditiva.

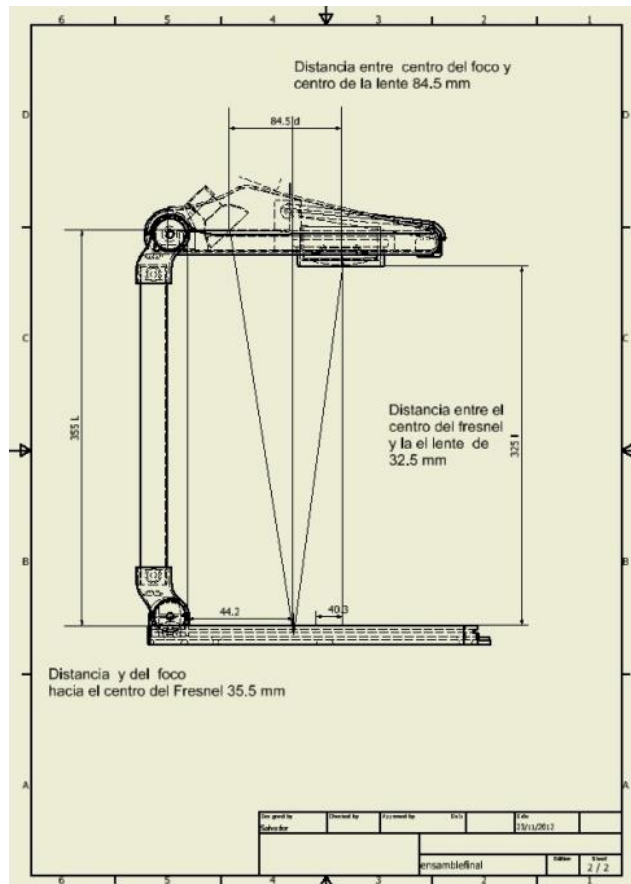
3.3.- Sistema de iluminación

En el sistema de iluminación sus elementos en ésta primera etapa son de lámina para poder mover la altura del foco y definir la buena óptica de proyección, el espejo forma parte de éste sistema y está formado por una pieza que se fabricó de bronce como eje de giro, soldada a una lámina de Fe para poder tener la base de sujeción al espejo. Con estos elementos, tomamos las dimensiones adecuadas para el prototipo final donde eliminamos piezas para su mejor funcionamiento.

La base que se fabricó en placa de aluminio de $\frac{1}{4}$ " aluminio con un saque cuadrado al centro para la colocación de un trovilcel espumado de 6 mm debido a su poco peso y estabilidad, se mejoró esta base para el prototipo final

4.- Segundo Prototipo

4.1.- Dimensiones de operación



4.2.- Características del Retroproyector

Lámpara de halógeno 50 W a 120 v 30° de abertura.

Flujo luminoso de la lámpara 740 lúmenes.

Dimensiones del objeto proyectado (transparencia (20X20 cm),

Distancia del proyector a la pantalla 1.0 a 1.5 m

Imagen visible aún con iluminación moderada

Lente: menisco positivo $f=286.13$ mm

4.3.- Sistema Mecánico:

Este sub sistema es el que sirve para poner en operación el retroproyector y poder cerrarlo y colocarlo en su caja para almacenamiento y traslado. Consta de los siguientes elementos.

Base perimetral del retroproyector fabricado de policarbonato con fibra de carbón que tiene la finalidad de servir como base para colocación de una placa de aluminio y éste a su vez sirve por medio de una ranura de 2 mm para que el lente Fresnel se deslice y lo detenga, todas estas partes dan sustentabilidad a todo el retroproyector.

En el extremo de la parte central de la base de aluminio se ubican dos pestañas con barreno de solera del aluminio de 3/16", (Pieza No. 5), que sirven de eje de giro a los postes (Piezas No.6 y No.2).|

Cubriendo las dos pestañas se coloca una pieza de policarbonato con fibra de vidrio pieza No 9.

Los postes (Piezas No.6 y No. 2), son de perfil rectangular de aluminio de 1" x1/2" teniendo la función de ser la estructura que permite realizar tres movimientos: el primero de ellos consiste en llevar la carcasa (Parte donde se encuentran los sistemas electrónico, óptico y lumínico), a la posición de 90° partiendo de su posición de empaque, este tiene la finalidad de cubrir el lente cuando se necesita empaquetar el retroproyector. El segundo movimiento consiste en llevar la carcasa de la posición horizontal hasta una posición angular $\Theta=78.5^\circ$, para lograr la distancia focal del Fresnel, para lo cual lleva como eje un tornillo de 1/4" con tuerca de seguridad logrando un movimiento libre pero con una buena fijación al momento de lograr el ángulo deseado. El tercer y último movimiento se emplea para ajustar el sistema óptico al Fresnel por medio de dos placas de aluminio de 1/4" (Pieza No 5), que van en la parte inferior de la carcasa, uniéndolo con un conector de fibra de vidrio y policarbonato piezas 8 placa de aluminio de 1" (Articulación poste carcasa pieza No 5), por medio de un tornillo de 1/4" con tuerca de presión a los postes (Pieza No.6 y No.2),

La carcasa es donde se encuentran los sistemas electrónico, óptico, lumínico

Constan de las siguientes partes:

Base de lámina cal 18 (Pieza No 16), con dos perforaciones de 70 mm de diámetro y de 55 mm de diámetro, tienen como finalidad, la primera para la colocación del sistema óptico y la segunda perforación es con el fin de dar salida a la luz que emite el foco del sistema lumínico.

4.4.- Sistema óptico.

Este sistema es el encargado de generar y proyectar imágenes claras y nítidas de las imágenes que se encuentren en los acetatos a presentar.

4.4.1.- Lista de partes del sistema óptico.

- 1 Lámpara de luz cálida, modelo MR16 120V 50W, Base G5.3 y 30 Grados de apertura, con una intensidad de 850 Cd y una vida media de 1500h, uso domestico, marca: smartlight.
- 1 Lente menisco positivo construido en vidrio BK7, con 70 mm de diámetro, radio de curvatura interior de 270.4 mm, radio de curvatura exterior 96.8 mm, espesor al borde 5.5 mm.
- 1 Espejo de Fresnel de 200 × 200 mm, con una distancia focal de 145 mm
- 1 Espejo plano construido en vidrio de 3 mm de espesor, con forma trapezoidal con 100 mm de base, 130 mm de altura y 60 mm de cúspide, aluminizado al 100 %.

4.4.2 Iluminación

Se encuentra la base en la parte posterior (Pieza No. 12),, ubicándose las piezas No. 11 y que dan movimiento en sentido vertical y horizontal la pieza No.13 puede dar un movimiento angular, este

par de movimientos se dan por el anillo de sujeción (Pieza No.13), del foco controlando así la salida de luz hacia el Fresnel.

La parte frontal donde va la perforación de 70 mm se colocan a los extremos dos piezas de lámina cal 18 para dar un ajuste en sentido horizontal, (Piezas No.10), están perforadas al centro y que sirven de eje de giro de la base para espejo pieza (No.28), el eje de giro es un esparrago de $\frac{1}{4}$ " con rosca estándar (Pieza No 11).

La base (Pieza No. 28), tiene la función de contener un espejo y dar un ángulo de 45° la cual proyectara la imagen hacia el frente.

Para proteger el espejo se coloca en la parte frontal de la pieza No.16 la pieza No. 27 de uretano.

Carcasa de lámina negra cal 18 (Pieza No. 19), tiene como función proteger los sistemas electrónico, lumínico y óptico , en la parte posterior se encuentra una placa de policarbonato y fibra de vidrio de 6 mm de espesor (Pieza 22), con ranuras de ventilación, al centro de la placa se halla una perforación de 2" de diámetro para la colocación de un ventilador , que se fija por medio de 4 tornillos a la placa, además tiene tres perforaciones dos cuadradas para la colocación del interruptor del ventilador y el encendido del equipo y la última es para el porta fusible como protección del equipo . En la parte superior de la carcasa tiene un hueco cuadrado donde se coloca una tapa de aluminio de $\frac{1}{4}$ " maquinada (Pieza No 21), y otra contratapa pieza No. 20

4.4.3 Enfoque

Se compone de un par cilindros (Piezas No 1opt y 2opt), (pag.18), de los cuales uno se emplea para sujetar la lente, Dicho cilindro tiene en su interior una caja para alojar el lente (Pieza No 4 opt), y por encima de éste se enrosca un anillo de aluminio (Pieza No 3 opt), que se emplea como seguro. Por la parte exterior el cilindro (Pieza No 1 opt), ha sido roscado con cuerda cuadrada de 5 hilos por pulgada de paso de tal modo, que diez vueltas, pueda recorrer 50 mm en altura. Por otro lado del sistema de enfoque cuenta con un cilindro exterior (Pieza No 2 opt), el cual tiene en su interior una rosca del mismo tipo que la anterior. En la parte inferior del cilindro (Pieza No 2 opt), cuenta con una brida que se emplea para sujetar el sistema de enfoque a la carcasa. Con el fin de evitar que el cilindro interior pudiese salir del sistema de enfoque, se colocaron un par de pernos que limitan el movimiento hacia arriba y hacia abajo, todas las partes de este sistema fueron construidas con PVC maquinado.

4.4.4.-Alineación.

Una de las componentes ópticas con que cuenta el retroproyector es un espejo de Fresnel, el cual funciona de forma similar a un espejo cóncavo, pero manteniendo todos los puntos de incidencia en un mismo plano. Este espejo se coloca en la base del retroproyector, pero debe ser

alineado adecuadamente para lograr la máxima iluminación y formar imágenes claras y nítidas. Para ello se deben hacer algunas consideraciones: primero, el rayo incidente sobre el centro óptico del espejo de Fresnel, que no necesariamente coincide con su centro geométrico, debe reflejarse hacia el centro de la lente; segundo, la lámpara debe tener la orientación necesaria para que sobre el espejo incida una iluminación centrada y lo más uniforme posible. Cabe mencionar que el centro óptico del espejo de Fresnel coincide con el centro de los anillos o rayado que se observa sobre su superficie, mientras que el centro geométrico depende de la forma en que sea cortado. Para un corte rectangular, el centro geométrico, corresponderá al punto de intersección entre las diagonales del rectángulo.

Para que el rayo reflejado en el centro óptico del espejo llegue al centro de la lente, los ángulos θ_1 y θ_2 deben ser iguales, por lo que debe cumplirse:

$$\frac{L}{x} = \frac{l}{y} = \frac{l}{d-x}$$

donde L es la altura de la Lente, l es la altura de la lámpara y d la distancia entre los centro de la lente y el de la lámpara, ver figura 4.4.4.1.

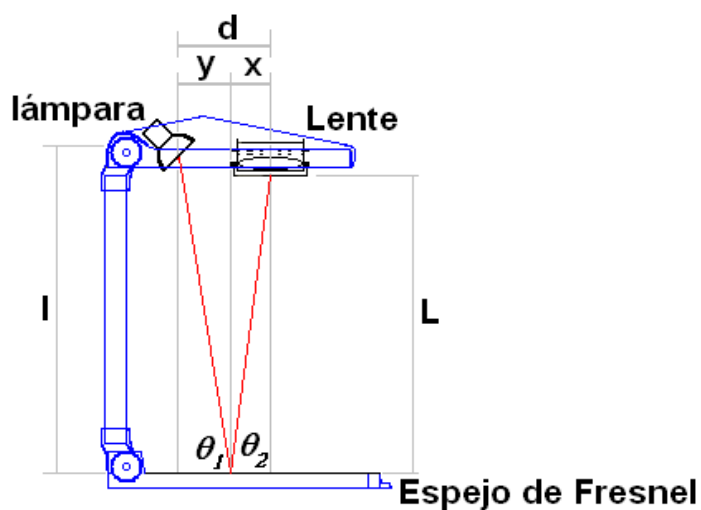


Figura 4.4.4.1. Esquema de los haces reflejados sobre el centro de la lente.

Despejando x tenemos:

$$x = \frac{dL}{L + l}$$

Esta es la separación que debe existir entre el centro óptico y el centro geométrico del espejo de Fresnel, porque el centro de la lente debe estar colocada exactamente sobre el centro geométrico del espejo de Fresnel. En nuestro caso $d = 84.5$ mm, $L = 325$ mm y $l = 355$ mm, por lo que $x = 40.38$ mm.

Por otro lado, el espejo debe estar colocado para reflejar la luz de la lámpara de forma centrada y uniforme sobre la lente, ver figura 4.4.4.2.

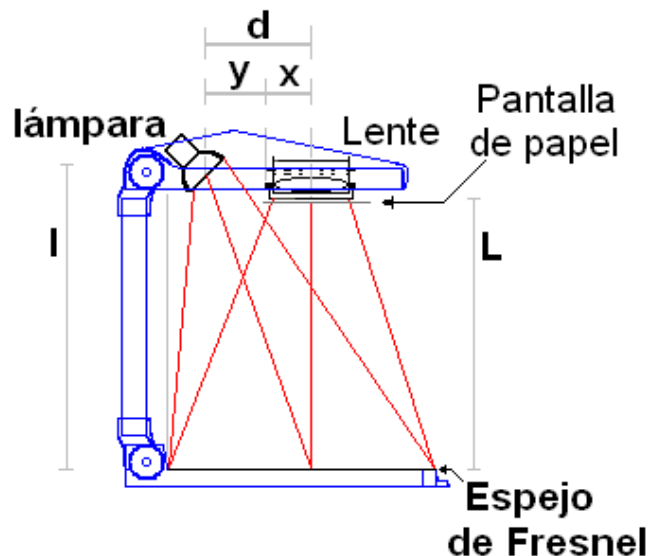


Figura 4.4.4.2 Esquema de la zona de iluminación sobre el espejo de Fresnel.

Esta posición puede determinarse experimentalmente, colocando una pantalla de papel frente a la lente y orientar la lámpara hasta obtener una iluminación centrada sobre la pantalla de papel, que también debe estar centrada respecto de la lente.

Finalmente se cubren las esquinas del espejo de Fresnel para disminuir las aberraciones.

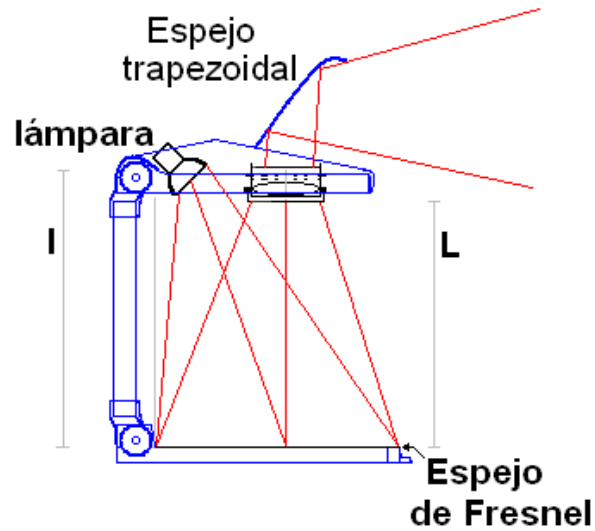


Figura 4.4.4.3. Esquema de la zona de iluminación debida al enfoque y al espejo planol.

Ahora se ajusta el espejo trapezoidal para que la iluminación salga hacia el frente y se ajusta le altura de la lente, mediante el mecanismo de enfoque para obtener imágenes claras.

4.4.5.-Costos

Cant.	Descripción	Costo unitario MXN	Costo MXN
1	Lámpara MR16 120 V 50 W	40.00	40.00
1	Espejo plano con forma trapezoidal	60.00	60.00
1	Lente menisco	2500.00	2500.00
1	Espejo de Fresnel de champion technology optics No. Part. R2980145	810.00	810.00
	Total		3410.00

4.5.- Sistema de enfriamiento:

El sistema de refrigeración del sistema de retroproyección está formado por una fuente de poder sin transformador que entrega 12 V de corriente continua para alimentar un ventilador de 12 V, ésta fuente es alimentada directamente de la red eléctrica de 120 V, conectada en paralelo se encuentra la lámpara. (fig. 4.5.1). El sistema cuenta con dos interruptores tipo balancín de un polo un tiro, el cual permite encender la lámpara y el ventilador al mismo tiempo, o bien mantener el ventilador encendido mientras la lámpara se enfría una vez que ha sido apagada.

La lámpara tiene una disipación de 50 W, por lo que el consumo eléctrico es de 0.41 A, el ventilador consume 0.06 A. Lo que da un consumo total aproximado de 0.5 A. Debido a ello el sistema se protege con un fusible europeo de fusión rápida de 0.5 a 250 V, el circuito impreso se muestra en la figura 4.5.2.

4.5.1.- Lista de partes del sistema enfriamiento.

- 1 Fusible 250 V a 0.5 A (europeo), clave AG electrónica SL011-UL
- 1 Ventilador de uso general, 12 V, 0.7W, 0.06 A, 7000 – 10000 rpm , 4 x 4 cm, clave AG electrónica VN2-012P
- 1 Porta fusible tamaño europeo, tipo bayoneta, con tapa a presión de rosca, color negro, con rondana a presión.
- 2 Interruptor de balancín 15 A, 125 V, 1 polo, 1 tiro
- 4 Diodos rectificadores 1N4002 a 1 A
- 1 diodo zener 12 V a 1W 1N4742A
- 2 condensadores 1 μ F a 400 V clave AG electrónica CP-1/400V
- 1 Condensador 1000 μ F a 25 V. clave AG electrónica CE-1000/25V
- 1 Lámpara GU10, 120 V a 50 W.
- 1 Cable para 125 V AC de dos hilos.
- El diagrama eléctrico del sistema de refrigeración se muestra en la siguiente figura.

4.5.2.- Mascarilla y circuito impreso

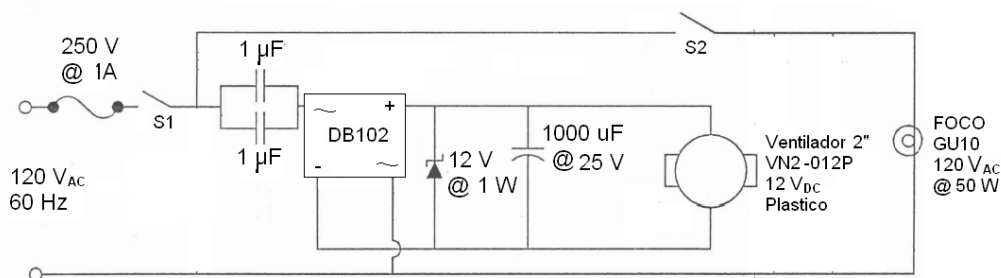


Figura 4.5.1. Esquema eléctrico del sistema de enfriamiento.

- El circuito eléctrico va colocado sobre una placa fenólica para circuito impreso de 50 x 50 mm, a continuación se muestra la configuración de las pistas del impreso empleado.

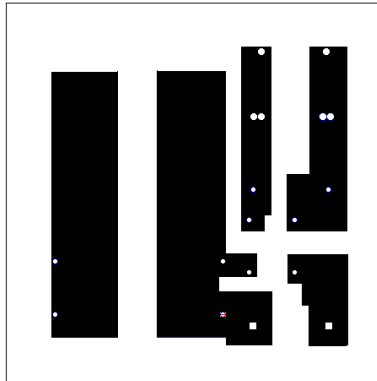


Figura 4.5.2. Circuito impreso del sistema de enfriamiento.

- La mascarilla de componentes se muestra en la figura 4.5.3.

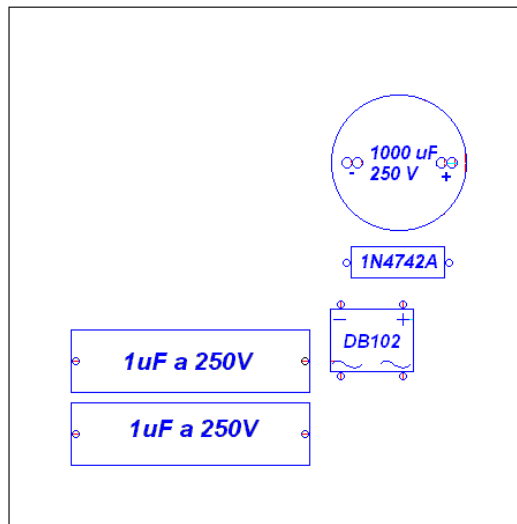


Figura 4.5.3. Mascarilla de componentes

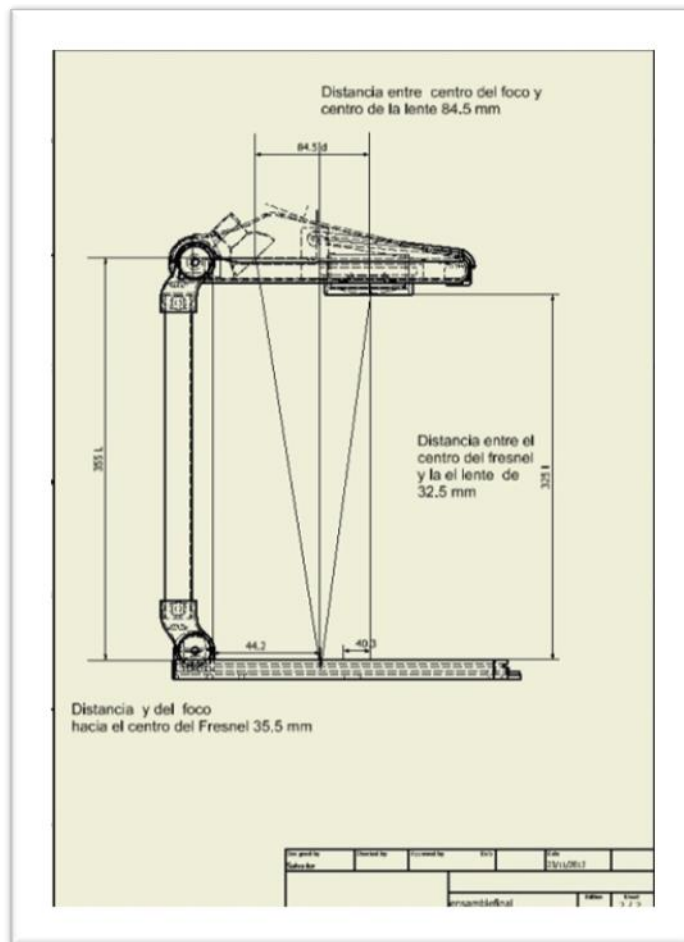
- A continuación se incluye una lista de costos de los componentes electrónicos del sistema de enfriamiento al momento de armar el prototipo.

4.5.3.- Costos partes electrónicas

Cant.	Descripción	Costo unitario	Costo
1	Fusible 250 V a 1 A (europeo),,	8.00	8.00
1	Ventilador de uso general, 12 V, 0.7W, 0.06 A, 7000 – 10000 rpm , 4 x 4 cm	44.00	44.00
1	Porta fusible tamaño europeo, tipo bayoneta,	15.00	15.00
1	Placa fenólica para circuito impreso 50 X 50 mm	23.00	23.00
2	Interruptor de balancín 15 A, 125 V, 1 polo, 1 tiro	20.00	40.00
1	Puente rectificador DB102 a 1 A	5.60	5.60
1	Diodo zener 1N4742A, 12 V a 1W	2.80	2.80
2	Condensadores 1μF a 400 V	10.00	20.00
1	Condensador 1000 μF a 25 V	3.60	3.60
1	Lámpara GU10, 120 V a 50 W	65.00	65.00
1	Cable para 125 V AC de dos hilos	27.00	27.00
	Total		254.00

5.- PLANOS FINALES

5.1.- Dimensiones de operación



5.2.- Características del Retroproyector

Lámpara de halógeno 50 W a 120 v 30° de apertura.

Flujo luminoso de la lámpara 740 lúmenes.

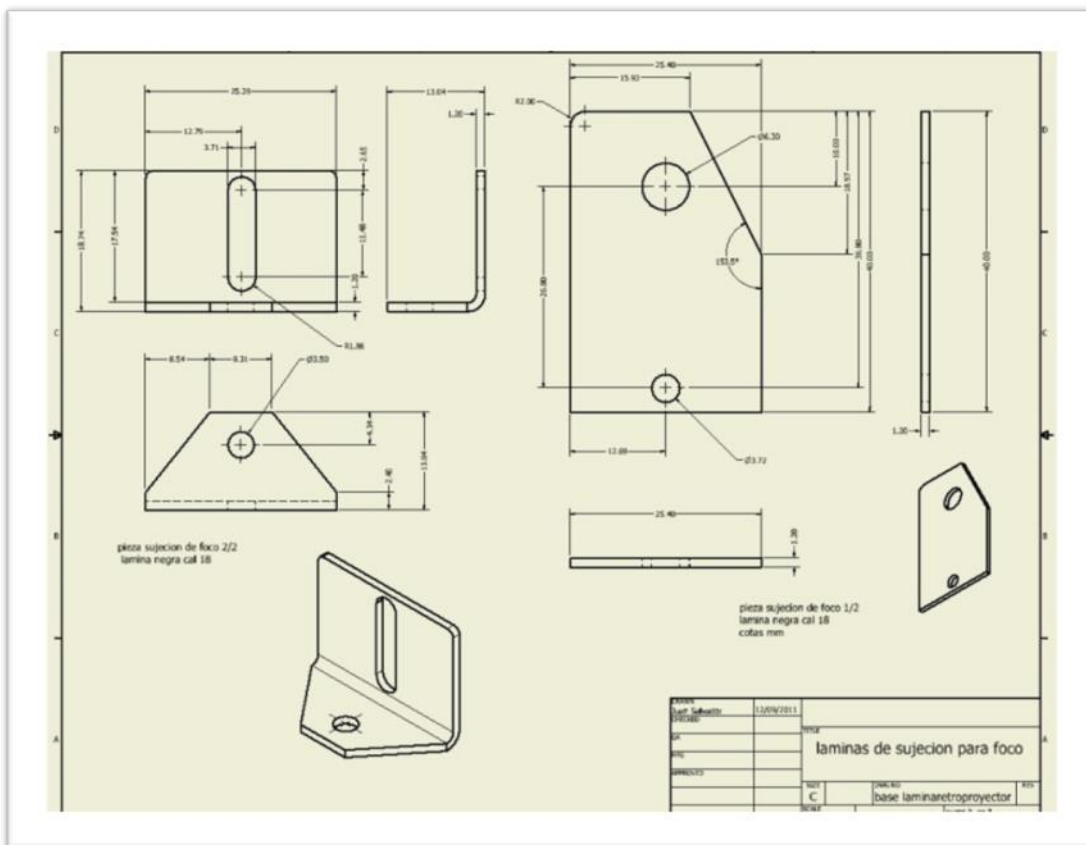
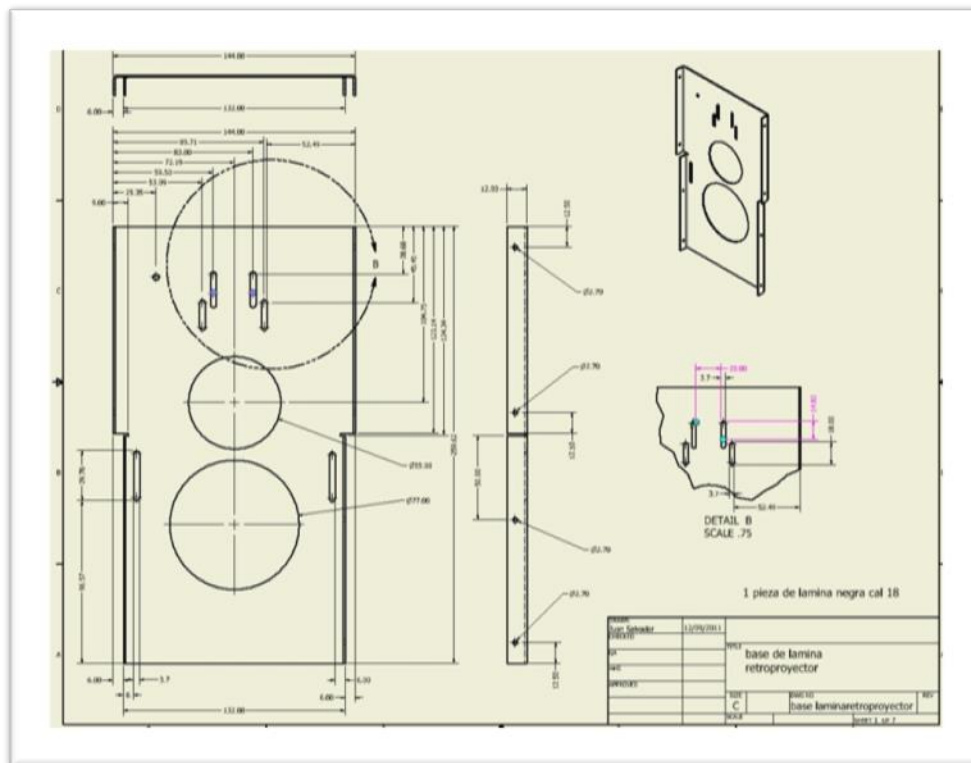
Dimensiones del objeto proyectado (transparencia (20X20 cm)

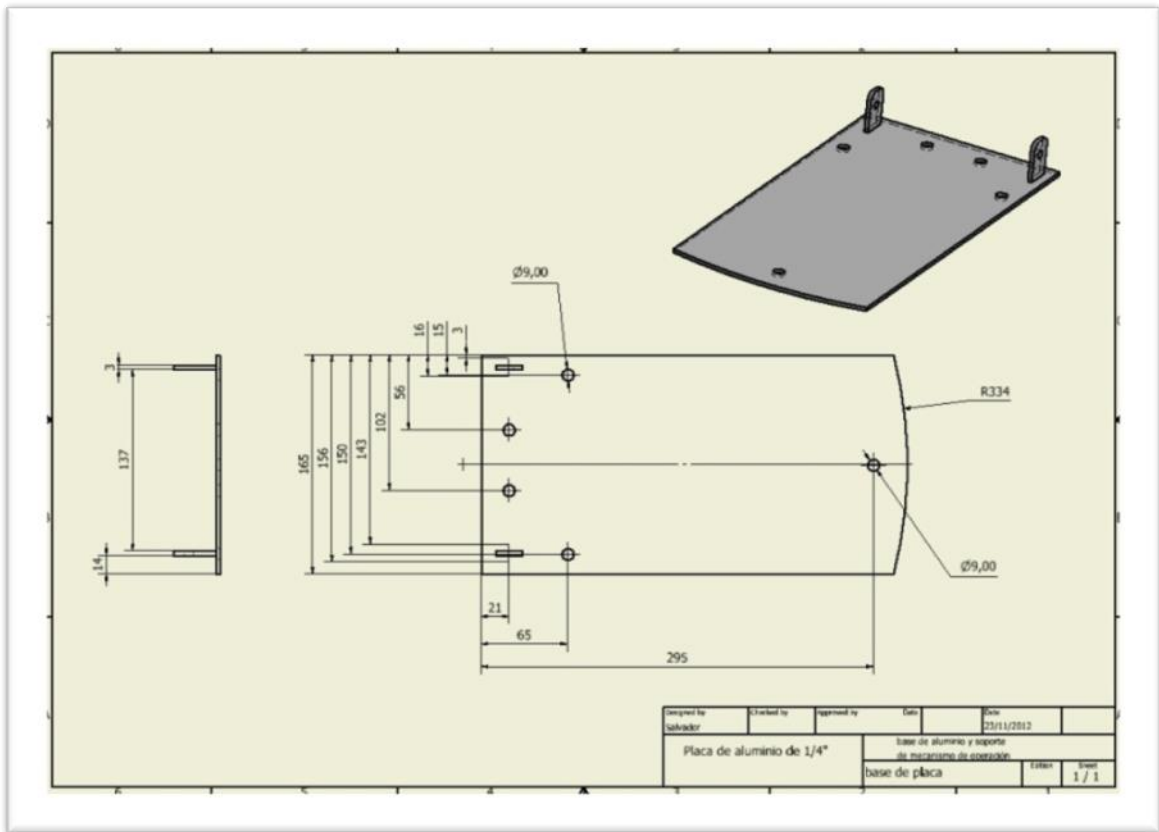
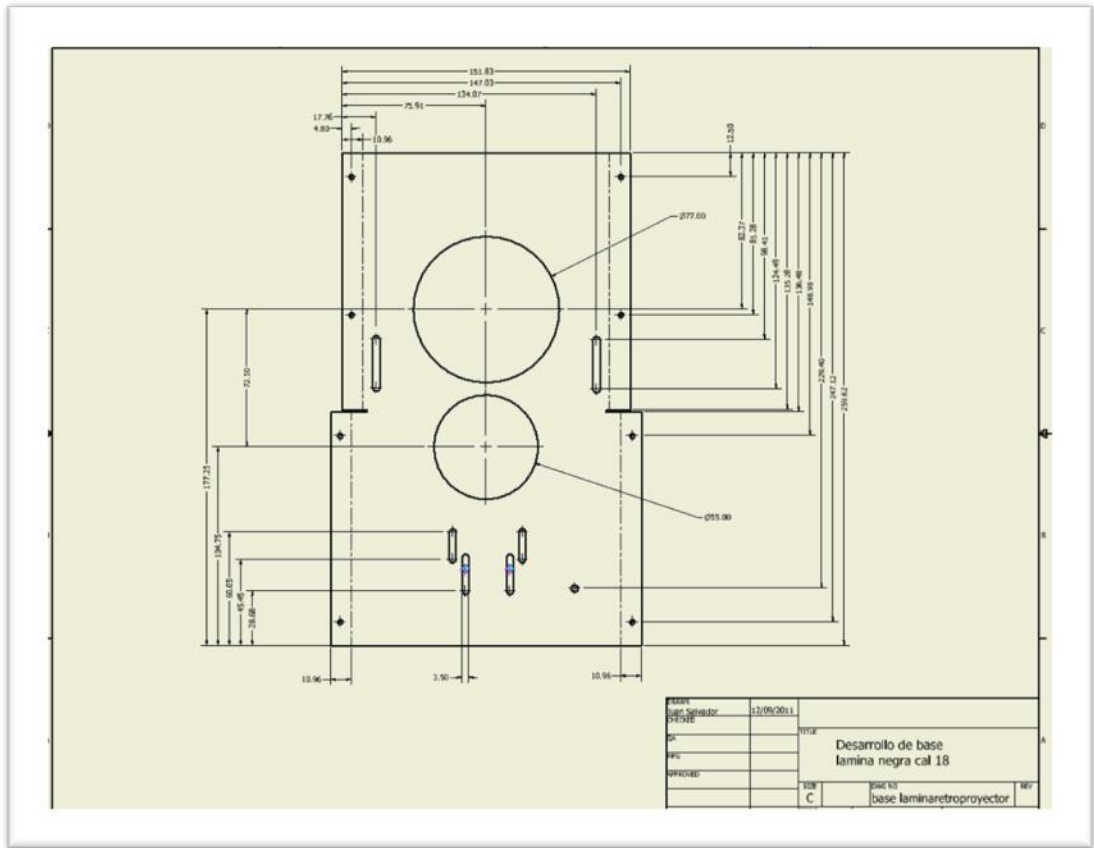
Distancia del proyector a la pantalla 1.0 a 1.5 m

Imagen visible aún con iluminación moderada

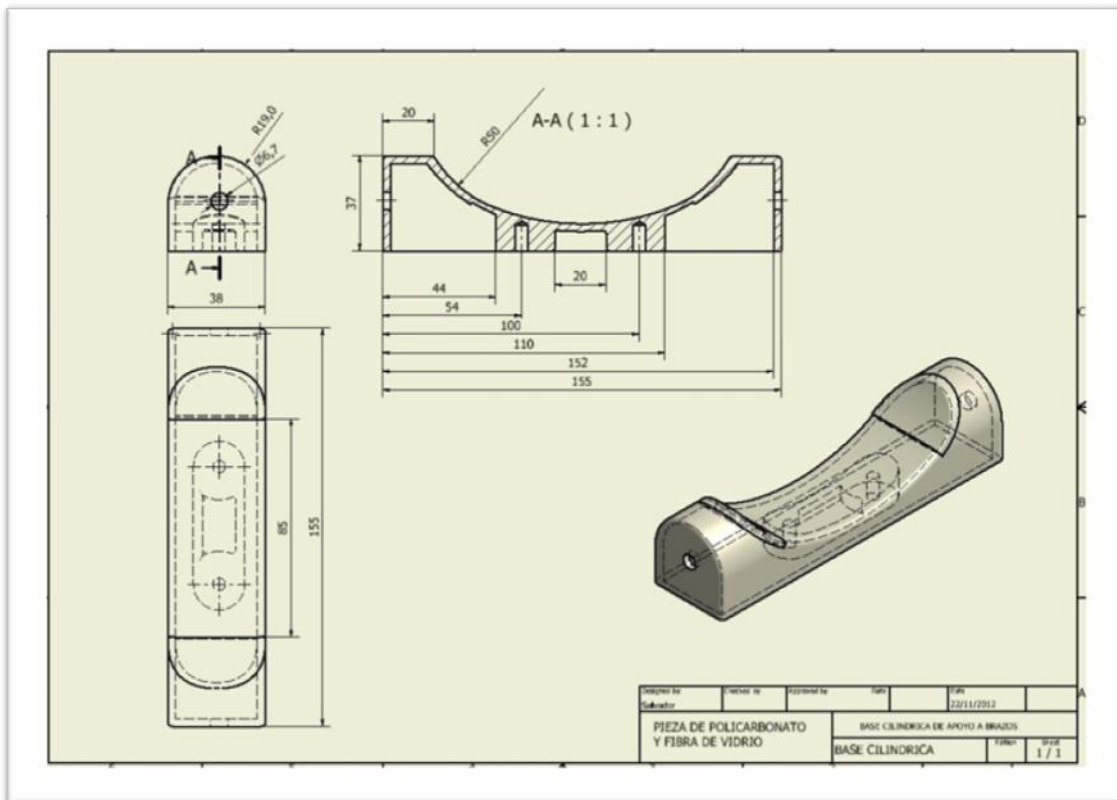
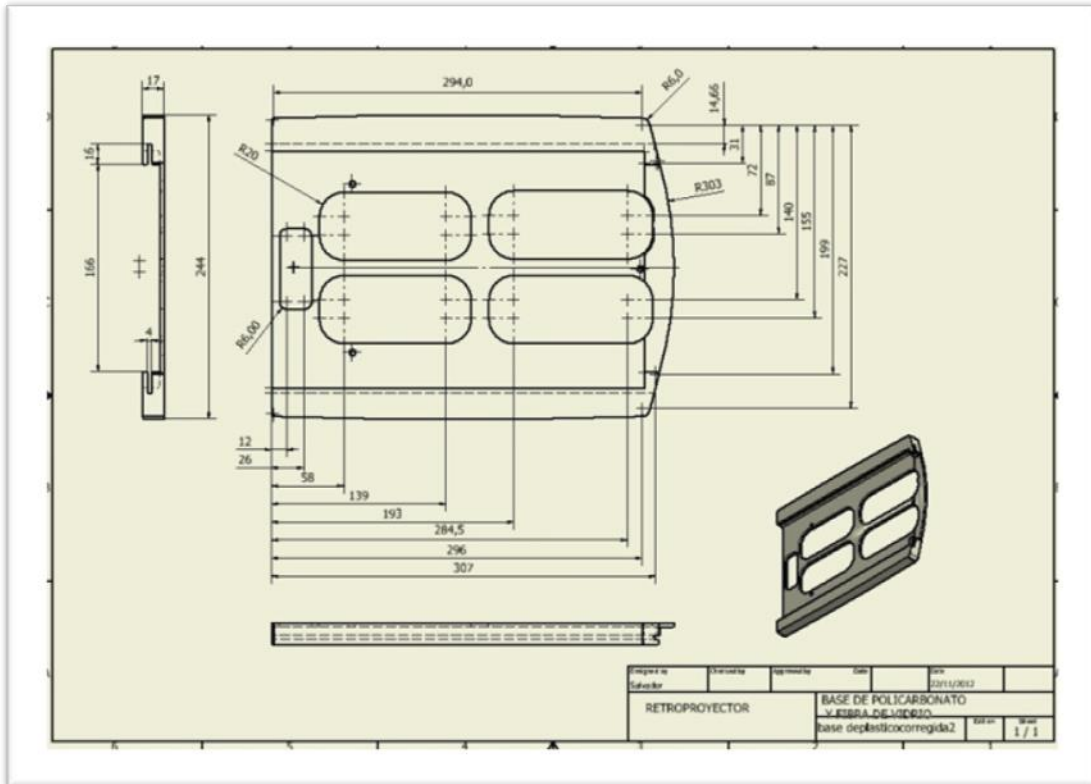
Lente: menisco positivo $f = 286.13$ mm

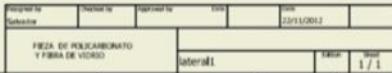
5.3.- Piezas de lámina cortadas en Hidrojet (Chorro de agua),

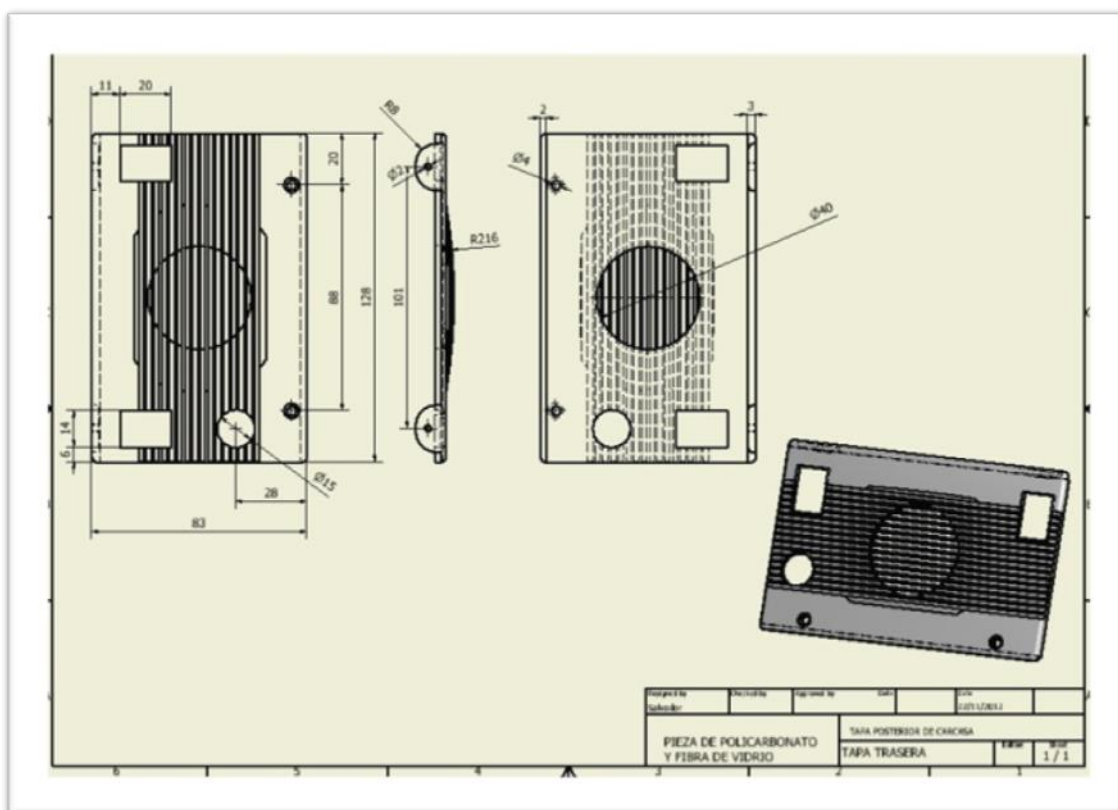
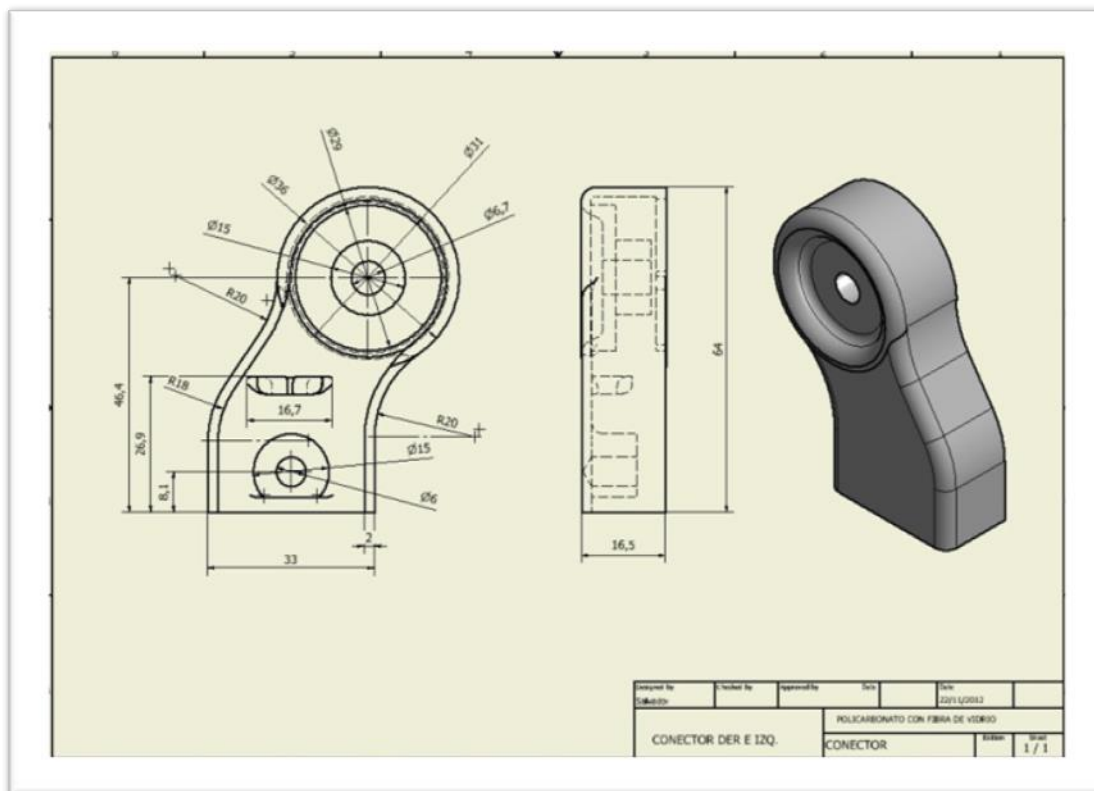


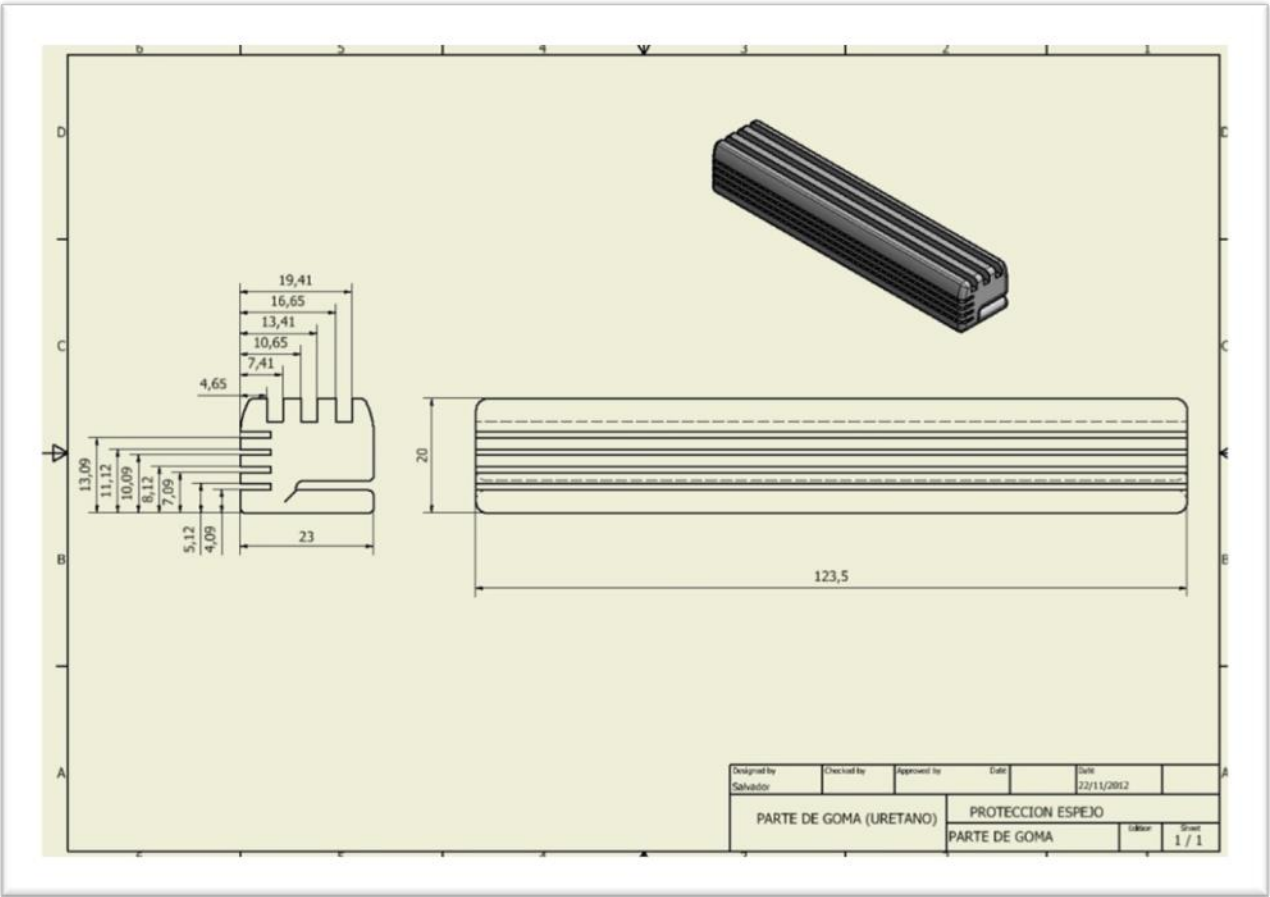


5.4.- Desarrollo de piezas para manufactura avanzada

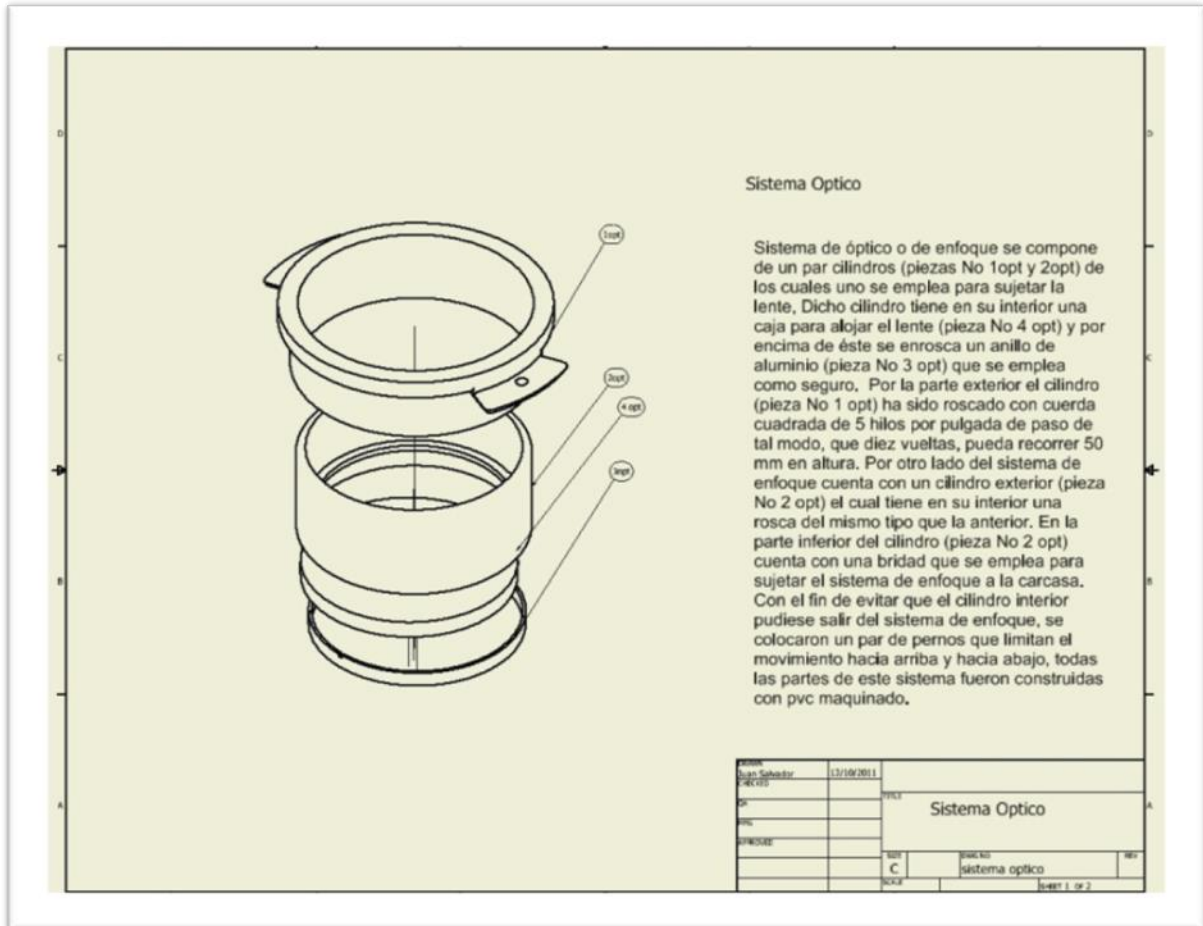




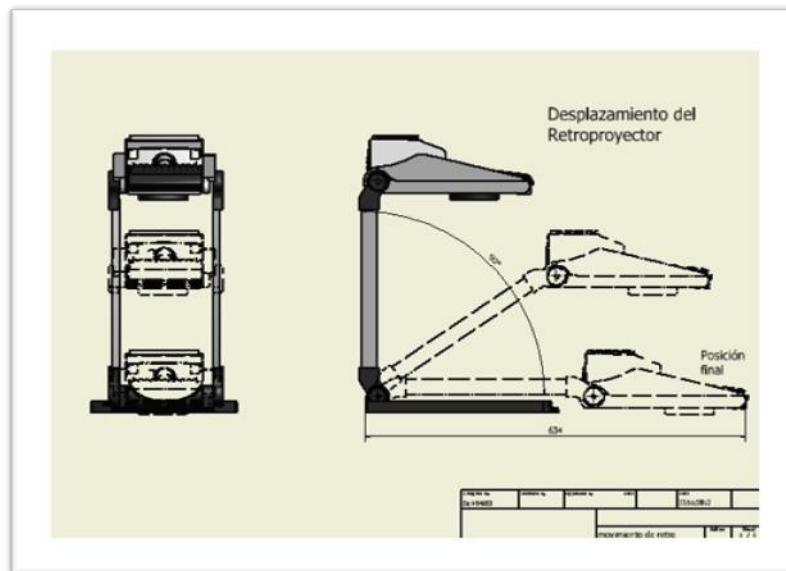




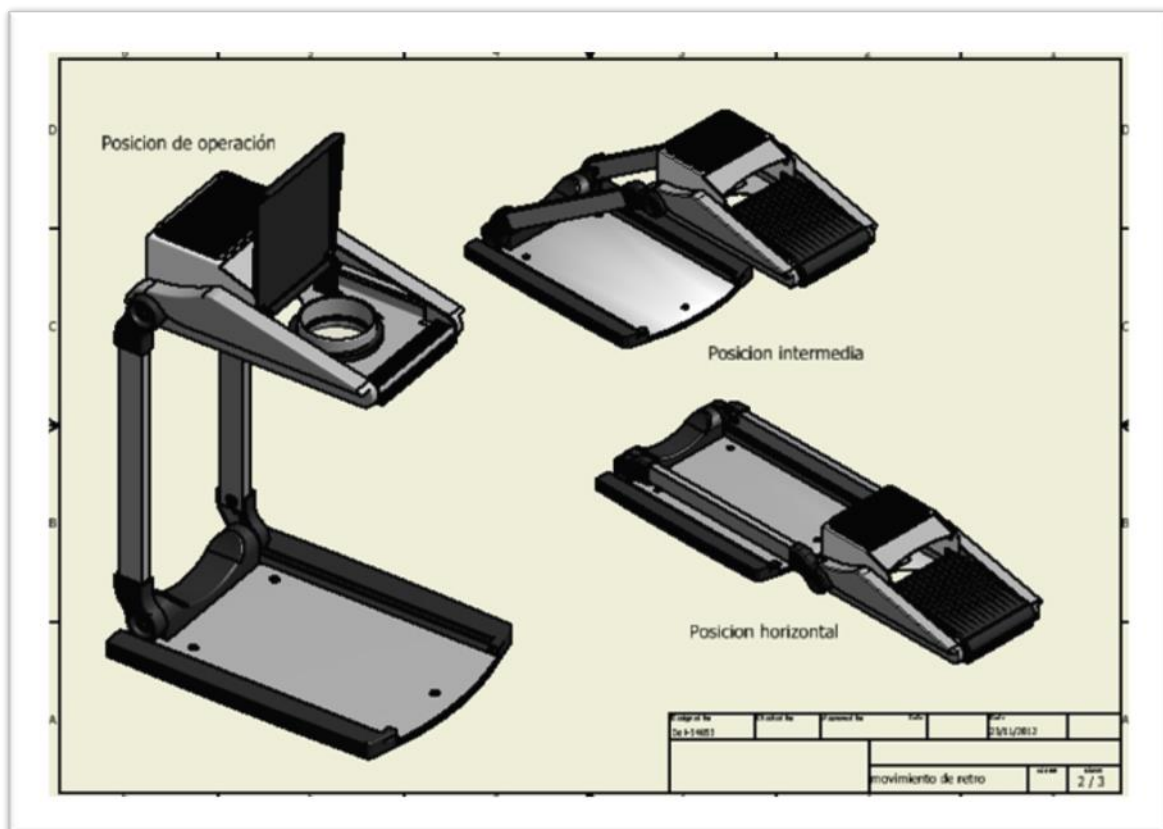
5.5.- Piezas de PVC maquinado sistema óptico



5.6.- Posiciones del retroproyector



5.7.- Modelos virtuales de modelados con el programa de Inventor 2012





6.- Procesos de producción tecnología CAD CAM

Con las nuevas tecnologías de fabricación como los centros de maquinado de fresado y torneado, las cortadoras por presión de agua, corte por láser y las máquinas de prototipado rápido con la tecnología de manufactura aditiva es la transición del taller de producción de prototipos a la era digital. (*Kalpakjian-Schmid. 2012.*),

Con sistemas de Diseño Asistido por Computación (CAD), o software de Fabricación Asistida por Computador (CAM), así como autómatas y robots, la inspección de calidad mediante visión artificial, el control del avance de la producción en tiempo real (MES), o la modelización y recreación virtual de procesos y fábricas enteras con software de simulación.

La aplicación de algunas de estas tecnologías en un taller de Prototipos para colaboración con la investigación, es importante ya que es más fácil responder a casi cualquier tipo de forma y función de las piezas requeridas para este tipo de proyectos. Con la tecnología podemos incrementar la calidad y precisión de las piezas requeridas así como la reducción considerable de tiempo, en el costo podríamos decir que puede salir igual a los procesos convencionales.

6.1.- Ventajas en este tipo de producción.

La manufactura avanzada permite una mejor planeación del proceso de diseño y el proceso de las operaciones de fabricación, también incrementa la flexibilidad del maquinado o de los procesos de manufactura por adición, hay un mejor control del proceso y tiempos de elaboración, reducción del manejo de la pieza de trabajo, y lo más importante la precisión de las piezas.

En la actualidad por tecnología CAM se puede lograr cualquier tipo de prototipo ya sea en metales o materiales poliméricos de ingeniería. Siguiendo los siguientes procedimientos: primero CAD (dibujo asistido por computadora) donde se crean los parámetros de cada pieza. Segundo con la siguiente información se procede a generar un código numérico que alimenta un pos-procesador, donde se calculan las trayectorias, colocando la información del material y el herramental necesario para su transformación en condiciones adecuadas de operación.

6.2.- Proceso de Producción

Para poder desarrollar un modelo o prototipo, cada componente consiste habitualmente en la acumulación sucesiva de varias técnicas (*Fred H. Colvin et al. 2010.*), y escasamente suele darse por terminada de manufacturar una pieza en una sola operación. Por ejemplo la base del sistema lumínico y óptico del retroproyector que es de lámina negra, el primer paso será el habilitado en la lámina, después las ranuras, el barrenado, el doblado, pintado y por último el ensamblado.

Materiales	Procesos	Maquinaria
Lamina negra cal 18	Habilitado, barrenado, ranurado, doblado , pintado	Cizalla neumática , dobladora de lámina , taladro de banco, con base móvil de 2 ejes
Placa de aluminio de ¼"	Habilitado, fresado, barrenado, acabado	Cizalla , fresadora
Tubular de aluminio de 1" x ½"	Habilitado, barrenado, acabado	Sierra mecánica, taladro de banco, esmeril con rueda de acabado.
Placa de estireno de 3 mm	Habilitado acabado	Sierra de banco, esmeril con rueda de acabado.
Mecanismo de movimiento PVC de 2" de diám.	Habilitado , barrenado, Machueleado, volteado , barrenado , tronzado	Torno
Tornillos varios	Piezas comerciales	

Tabla 1

La descripción de los procesos de producción que se desarrollan en las piezas de cualquier prototipo y en este caso el proyector, se pueden clasificar en seis rubros (*Chacón Leonel. 2004.*):

6.2.1.- MOLDEADO se considera como la generación de cuerpos sólidos a través de diferentes técnicas de fundición

6.2.2.- DEFORMACIÓN este consiste en cambiar la forma de un determinado cuerpo gracias a fuerzas de deformación independiente trabajándose en frío o en caliente.

6.2.3.- REVESTIMIENTO son la incorporación de una capa de material adherente a la superficie del cuerpo tratado, es decir, recubrir dicha superficie

6.2.4.- CARACTERIZACIÓN. Este consiste en el cambio de propiedades del material de la pieza después de la aplicación controlada de calor sobre una superficie o en su totalidad de la pieza.

6.2.5.- UNION: los procesos de unión física de dos o más cuerpos, estos procedimientos pueden ser el remachado, atornillado, o cualquiera de los diferentes técnicas de soldadura.

6.2.6.- SEPARACIÓN: los procesos de separación consisten en el arranque de parte de material de una pieza mediante el uso de herramientas adecuadas.

6.2.7.- Técnicas tradicionales aplicadas al retroproyector.

Procesos	Técnicas
MOLDEADO	Modelos , moldes de zamak
DEFORMACIÓN	Troquelado, doblado de tubo, laminado, embutido
REVESTIMIENTO	Pintado, cromado, anodizado, esmaltado, galvanizado
CARACTERIZACIÓN	Templado, recocido, revenido.
UNION	Remachado, atornillado, o cualquiera de los diferentes técnicas de soldadura.
SEPARACIÓN	Torneado, fresado, taladrado, rectificado esmerilado.

Tabla 2

7.- Desarrollo de las piezas con el procedimiento de la Manufactura Avanzada.

7.1.- Corte Hidrojet (Chorro de agua),

Este proyecto la fabricación en las piezas del mecanismo de movimiento así como partes del envolvente se ejecutaron con polímeros de ingeniería y las piezas que son de lámina se elaboraron con el proceso de corte por agua a presión.

Para las piezas de lámina los procesos comunes y usados en este proyecto son el habilitado, barrenado y fresado, la máquina de chorro de agua (Waterjet (WJ)), lo hace en una sola pasada.

Waterjet (WJ), es un sistema de corte por chorro de agua en frío, por lo que no modifica la estructura interna de los materiales que se están procesando.

Los esfuerzos mecánicos realmente son bajos y sus ventajas son entre otras que casi no produce rebabas, el corte es exacto y no hay riesgos de que aparezcan zonas quemadas ni escorias, y en muchos casos, como sale la pieza de máquina está lista para su uso sin procesos posteriores.

El principio del sistema es sencillo, aunque requiere de muy desarrolladas tecnologías, un chorro de agua a altísima presión es empujado a pasar por un muy pequeño orificio. El chorro de agua debe tener diferentes abrasivos y de distinto grano, esto es decidido según el material a cortar. Los orificios por los que pasa el agua son de piedras preciosas o semipreciosas (Control Numérico y Cam. 2012),

El aprovechamiento de los materiales es óptimo por varios motivos, la distancia entre piezas para cortar es mínima, lo necesario como para que pase el chorro de agua sin tocar la pieza que no se debe cortar, con alrededor de 1mm., es suficiente, y se pueden utilizar pequeños recortes

7.2.- Formatos de trabajo CAD CAM

El procedimiento empieza, con un archivo de diseño asistido por computadora CAD, con un dibujo de la pieza en dos dimensiones y con formatos DXF o DWG, una vez identificado el archivo el software de la maquina procede a analizarlo y desarrolla los parámetros de movimiento del cortador definiendo así su trayectoria que deberá de seguir el corte.(Herman W. Pollack.2012),

7.3.- Procesos de manufactura aditiva aplicados al retroproyector

Las piezas del sistema mecánico en el 2° prototipo se desarrollaron en policarbonato con fibra de vidrio además de las piezas laterales del envolvente se fabricaron por deposición de material

fundido cuyo proceso se emplea una punta calentada para extruir materiales poliméricos como la fibra de vidrio y el policarbonato en una plataforma de acumulación. Luego de la formación de la primera capa, la plataforma desciende con cada capa que se forma. El proceso se repite hasta que se crea la pieza deseada. Por medio de una punta de extrusión se deposita otro material que se usa para sostener la estructura y se retira al final del procedimiento.

Se diseñó una pieza que sirve de soporte para el espejo por sus características se fabricó con un uretano y el procedimiento fue el siguiente: por medio de sintonización por láser usando dos cámaras, una de fabricación y otra de abastecimiento que contiene material en polvo. El material en polvo se distribuye desde la cámara de abastecimiento y un rodillo lo desplaza hacia la cámara de fabricación. Un láser derrite y une el polvo y, así, forma la primera capa de la pieza. La cámara de fabricación desciende un poco y se distribuye más polvo encima de la capa anterior. Éste proceso se repite hasta que se termina la pieza. La cámara de fabricación se eleva y se cepilla o se elimina el polvo sobrante.

7.4.- Formatos de trabajo CAD CAM

El proceso de la fabricación aditiva comprende varios métodos de edición, pero todos empiezan de la misma manera, con un archivo de preferencia con extensión .STL una imagen tridimensional de la pieza que se necesita construir, creada en con software de CAD.

7.5.- Manufactura sin herramientas

Esta modalidad de fabricación, al permite, entre otras ventajas, prescindir de herramientas y dispositivos de fabricación, reproducir cualquier geometría que se pueda imaginar, ofreciendo una respuesta inmediata a las cambiantes necesidades de la investigación

Todos estos avances han permitido procesar a gran velocidad grandes cantidades de datos y manejar sistemas mecánicos, superando los límites conocidos de fiabilidad y precisión. Sin embargo, los procesos de fabricación, aunque asistidos por controles más avanzados siguen siendo mayormente tradicionales por arranque de material, por fundición o por inyección.

Además, estos procesos de fabricación permiten integrar distintas geometrías y materiales en un mismo objeto para conseguir incluso que simultáneamente se fabrique un eje y su cojinete, un rodamiento, un muelle y su soporte, un tornillo y su corona, es decir, un mecanismo totalmente integrado en la pieza en la que deberá trabajar, sin necesidad de armados y ajustes posteriores. También permiten jugar con la porosidad de un mismo material o fabricar aportando simultáneamente varios materiales en un mismo sólido, superando así las limitaciones que imponen los procesos de tradicionales en la relación peso/resistencia mecánica, aportando nuevas funcionalidades y abaratando los costos de los materiales.

7.6.-Fotografías del proceso de manufactura avanzada.



Piezas del Retroproyector en la cámara que sirve de horno, una plataforma móvil descende cada vez que recibe una capa de material, este movimiento lo hace hasta que termine la última capa de la geometría de la pieza.



Una vez terminado el ciclo de deposición de material, las piezas salen en una base de acetato para posteriormente se colocan en un contenedor de limpieza para quitar el material soportante de la geometría.





Piezas del mecanismo
parte de la pieza lateral y la pieza en C
para colocación del circuito impreso en ABS.



Armado de piezas
laterales de ABS
y base de lamina y
aditamentos cortados
en la Water jet



Base de ABS
en substitución de la placa
de aluminio de 1/4"

7.7.- Fotos del segundo Prototipo

Características del retroproyector

Lámpara de halógeno 50 W a 120V, 30° de abertura

Flujo luminoso de la lámpara: 740 Lumens

Dimensiones del objeto proyectado (transparencia):
20X20 cm

Distancia del proyector a la pantalla: 1.0 a 1.5 m

Imagen visible aún con iluminación moderada

Lente: Mensico positivo $f = 286.13 \text{ mm}$

ventajas

son sus reducidas dimensiones y peso, además de que excepto el espejo de Fresnel todos los insumos se pueden adquirir en el mercado nacional...

Proyecta la imagen de un acetato de 20X20 cm,



7.8.- Segundo Prototipo en Operación



Prototipo en operación

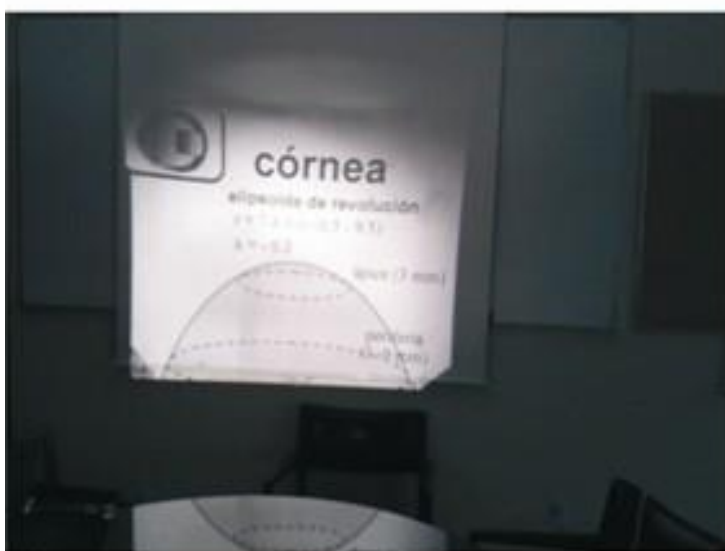


Imagen proyectada

Conclusiones

El resultado final de este proyecto fue el registro de modelo de utilidad ante el instituto mexicano de Protección Industrial folio MX/E/2012/034016 y se cumplió con ICyT.

El proyector funciona bien, pero todavía hay que modificar varios elementos, como el de sujeción de lente Fresnel ya que actualmente hay una pequeña deformación en la imagen esto es porque en la base principal tiene una ranura de 2 mm por la que se desliza el Fresnel. Para que la imagen no se deforme se debe de tener una superficie libre para poder apoyar la hoja de proyección al ras del lente por lo que se sugiere una base en la cual se pegue el fresnel y este a su vez es la que se sujetara a la base principal.

El sistema de enfriamiento no permite elevar la temperatura de la carcasa a consecuencia del calor disipado por la lámpara, por lo tanto, el sistema de enfriamiento es adecuado para este prototipo.

Se acordó corregir las fallas, para su mejor funcionamiento, la cual se están corrigiendo también se le hará un empaque para poder guardarlo y trasladarlo con estas últimas correcciones se tiene planeado una producción de 5 retroproyectores.

Por otro lado la utilización de tecnologías de manufactura avanzada con sus respectivas técnicas el CAD y CAM, tiene su origen en la necesidad de realizar de manera rápida y confiable geometría de piezas que con las tecnologías convencionales era imposible o demasiado costoso desarrollar.

Es de gran importancia tener conocimiento de los procesos de manufactura de mayor aplicación para la fabricación de piezas y materiales, así como de los procesos industriales básicos, ya que con la numerosa incorporación de empresas pequeñas y medianas basadas en procesos de manufactura y la incorporación de tecnología de punta para mantener o aumentar sus índices de competitividad se hace necesario que los conocimientos adquiridos sean llevados a la práctica con la elaboración de trabajos que la investigación requiere.

Bibliografía

Chacón A. Leonel Tecnología Mecánica 1. Máquinas herramientas Edit. Limusa, año 2004. ISBN 968-18-0603-4. México

Control Numérico y Cam. Unidad didáctica No 7. 2012 Sistema de Estudios Superiores Abiertos. Zaragoza. España. 27 pp.

Fred H. Colvin, Frank A. Stanley, Antidió Layret Foix. *Manual de Taller Mecánico*. Editorial Labor, S.A. 1966 2º edición

Herman W. Pollack. *Manual de máquinas herramientas, Volumen 2*. Edit. Prentice-Hall Hispanoamericana. Edición, reimpresión. ISBN 9688801348, 9789688801345. Año 2012 N.º de páginas 653

Kalpakjian, Serope y Schmid, Steven R. *Manufactura Ingeniería y Tecnología*. PEARSON EDUCACIÓN. MEXICO 2002. 4ª Edición. ISBN 970-26-017-1

http://www.fresneloptic.com/html_en/fresnellens.htm, consultada 29/09/14.