

**Casa abierta al tiempo**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA - XOCHIMILCO  
División de Ciencias y Artes para el Diseño

**Proyecto terminal para la licenciatura de Diseño Industrial**

**Proyecto de adecuación del Sistema de Transporte Colectivo Metro**

Área de intervención: Iluminación



Sistema de iluminación

Eduardo Flores Olivares

Fecha de terminación: Abril 2012

Coordinador de proyecto: Julio César Séneca Güemes

## **AGRADECIMIENTOS:**

### **A mis padres:**

Por demostrar que pueden sacar adelante a sus hijos sin importar los tropiezos que se presenten, por enseñarme que el trabajo siempre tiene sus frutos y recompensas por muy tardado y difícil que sea, porque creyeron en mí y me dieron el apoyo necesario para crecer y ser lo que ahora soy.

### **A mis hermanas:**

Que me acompañaron en esta aventura, que de forma incondicional, entendieron mis ausencias y mis malos momentos, por crecer juntos y apoyarme durante este proceso de formación y a mis sobrinos por ser mi aliento para seguir adelante.

### **A mi familia:**

A mis tíos Carlos y Martha por ser mi segunda familia, por todo el cariño que me han brindado desde niño, por apoyarme en los buenos y malos momentos. A Carlos por ser casi un hermano menor y demostrarle que si se puede!!!

A mi tía Aurora Flores por alentarme para seguir adelante por apoyarme de forma incondicional durante mi formación como profesionista.

A mi tía Silvia por apoyarme y aconsejarme durante este ciclo final.

A Felipe por la ayuda que siempre me ha brindado.

### **A mis amigos:**

Itzá, Omar, Sandra, Helena Miguel, Memo, Galileo, Luis, Edgar, Karina. Por su gran apoyo durante este proceso final.

A mi amigo Oscar por su apoyo para la realización de este proyecto.

### **A mi asesor:**

Julio César Séneca por apoyarme durante este proceso, por su gran conocimiento de diseño, por contribuir en la corrección de este trabajo, por su paciencia y su carisma, gracias Profesor, gracias por estos 4 trimestres.

### **A Gaby:**

Por estar conmigo en esta etapa de mi vida, la cual considero que es la mejor que estoy viviendo, por amarme, porque es un ser humano excepcional, gracias por la ayuda, por ser más que mi pareja, te agradezco todo el apoyo, tu cariño y estímulo que me has dado. Te amo.

## ASESORES INTERNOS

● Maestro D. I. Julio César Séneca  
Coordinador de Proyecto Terminal

● Profesor Leonardo Adams  
Coordinador de la Carrera de D. I.

Profesora Josefina Reséndiz

Profesara Milena Zamora

Profesor Roberto García

● Profesor Dean Kistler

Profesor Braulio López

Profesor Christian Méndez

Profesor Francisco Romero

Profesor Luis Romero

Profesor Francisco Soto

● Profesor Carlos Tellez

Profesor Armando Suárez

## ASESORES EXTERNOS

Ing. Oscar Alonso Sánchez

Ing. Rafael Rojas

Ing. Armando Ayala

Ing. Marcos Mercado

Ing. Alejandro Martínez

Ing. Pedro Calderón

Ing. Bojórquez

Ing. Barajas.

# INDICE

## Agradecimientos.

## Asesores internos y externos.

Introducción.....6

## 1. Marco teórico.

1.1 Presentación.....7

1.2 Antecedentes.....8

1.3 Etapas de construcción del STCM.....11

## 2. Proyecto de adecuación del STCM

2.1 Línea 2.....16

2.2 Búsqueda de información.....17

2.3 Detección de problemas.....18

2.4 Comparación con metros de otros países.....21

2.5 Presentación del proyecto de adecuación.....22

2.6 modelos de análisis.....24

2.6.1 Infraestructura.....25

2.6.2 Trabajadores.....26

2.6.3 Usuarios.....27

2.6.4 Experiencia.....28

## 3. Problemática

3.1 Antecedentes de la iluminación.....29

3.2 Problemática de iluminación STCM.....32

3.1 ¿Por qué LED?.....34

3.2 Lámparas de otros países.....35

3.3 Mapa de requerimientos del proyecto.....36

## 4. Proceso de diseño

4.1. Desarrollo de alternativas.....38

4.2 Dinámicas grupales.....39

4.3 Selección de la propuesta.....41

4.4 Sistema ITER.....45

4.5 Modelado 3D.....46

4.6 Modelos en cartón.....50

4.6.1 Envase y embalaje.....	51
4.7 Prueba de modelo funcional.....	52
4.8. Evaluación y propuesta final de diseño.....	53
4.9 Renders.....	55

## 5. Proceso de producción

5.1 ¿Que es el proceso de producción?.....	58
5.2 Costos.....	58
5.3 Diseño de escantillones y doblado.....	59
5.4 Sistemas eléctricos.....	61

## 6. Planos

Vistas generales.....	63
Isométrico.....	64
Vistas generales Pza.1.....	65
Vistas generales Pza.2.....	66
Soporte pantalla Pza.1.....	67
Soporte pantalla Pza. 2.....	68
Vistas generales Canope techo.....	69

Vistas generales Canope Soporte.....	70
Explosivo Pza.1.....	71
Explosivo Pza.2.....	72
Corte y detalle mecanismo.....	73

## Conclusiones.....74

## Referencias.....75

## Anexos “Disco”

## INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo es el resultado de 1 año de esfuerzo en el cual se abordó desde la perspectiva del Diseño Industrial un problema social de gran importancia para la movilidad humana dentro de la nombrada ciudad más grande del mundo; el transporte público, específicamente el Sistema de Transporte Colectivo Metro.

El proyecto aborda la problemática de iluminación dentro del STC Metro, con el propósito de generar una propuesta de diseño que brinde resultados que beneficien a los usuarios y al propio Metro.

El sistema de iluminación del Sistema de Transporte Colectivo Metro (STCM), ha presentado, desde hace años problemas debido a la falta de mantenimiento y el desgaste propio del uso de sus luminarias.

Para resolver dichos problemas, se emplearon métodos de investigación y estrategias propias del Diseño Industrial, lo

cual permitió un desarrollo organizado y secuencial del proceso de diseño requerido para el problema planteado, así como la verificación de las cualidades de la propuesta generada a través de la evaluación de un modelo funcional. El diseño propuesto brinda una solución factible en cuestiones de funcionalidad, tomando en cuenta la viabilidad de una producción en serie cumpliendo así con los objetivos planteados, cubriendo necesidades de calidad y durabilidad, gracias a los materiales utilizados así como la tecnología seleccionada para su fabricación.

Durante el proceso de diseño se encontraron diversos problemas, como formas, mecanismos, materiales, pero se fueron resolviendo mediante un proceso de evaluación para poder concretar el modelo.

De esta forma se pudo obtener el modelo funcional final.

## PRESENTACIÓN.

- **V**ivir en la ciudad de México no es una cuestión fácil de asimilar si de transporte hablamos, moverse en la ciudad más grande del mundo no es cosa fácil, ya sea para ir al trabajo, para trasladarse a la escuela, ir de compras, etc.

- “El transporte urbano de pasajeros es un servicio primordial, importante para la comunidad ya que es un servicio del cual millones de personas hacen uso de él y es tan básico e importante que puede definirse como el enlace entre las personas y el lugar en el que estas personas quieren o necesitan estar”. (Molinero, A. y Sánchez, I. 1998)

- La situación del transporte actualmente es caótica por la gran cantidad de automóviles que se encuentran hoy en día, y esta situación hace que las personas utilicen medios de transporte para trasladarse más rápido desde su casa a diversos lugares y viceversa, el STCM (Sistema de Transporte Colectivo Metro), el Metrobus, el trolebús, etc.

La historia del hombre está ligada al transporte, ya que desde tiempos pasados el hombre ha diseñado medios de transporte para poder mejorar su movilidad y la de sus bienes materiales, de esta forma se han ido creando los transportes que conocemos actualmente.

En año 2010 la población total del Distrito Federal era de 8,851,080 personas<sup>1</sup> y esta cifra no se tiene que quedar en el aire ya que para mover a esta gran cantidad de personas se necesita un medio de transporte rápido y eficiente como es el STCM.

El Sistema de Transporte Colectivo Metro se puede calificar como el eje vertebral del transporte de la población en la ciudad de México. En ese mismo sentido al conjunto del organismo se le define como un organismo público descentralizado cuyo objeto es la construcción, operación y explotación de un tren rápido, movido por energía eléctrica, con recorrido subterráneo, superficial y elevado para el transporte colectivo de personas en el Distrito Federal.

---

<sup>1</sup> <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=9>

## ANTECEDENTES.

La construcción de estos medios de transporte sobre vías en México se dió en la época del porfiriato con las primeras construcciones de vías ferroviarias que fue un gran avance para la comunicación en México.

A finales de 1876 asumió el poder el general Porfirio Díaz y con la colaboración de su ministro de fomento, el general Vicente Riva Palacio, se dedicaron con entusiasmo a impulsar la construcción de caminos, ferrocarriles y telégrafos. Se construyó un ferrocarril por cuenta exclusiva del gobierno, y todo el personal que intervino en la obra, ingenieros, empleados y operarios, fue mexicano. Se inauguró con sus 51 kilómetros de vía angosta, (0.914 ) mts.) El 24 de diciembre de 1879, con asistencia del presidente Díaz. El servicio se inició el primero de enero de 1880, y pronto empezó a transportar diversos productos para exportación por el puerto de Veracruz, lo mismo que mercancías de importación con destino al estado de Oaxaca. Posteriormente el general Manuel González, compró al gobierno este ferrocarril y años después sus herederos lo traspasaron al ferrocarril mexicano

del sur, que acababa de terminar el tramo de Puebla a Tehuacán, en su ruta a Oaxaca, y fue cambiado a tracción de vapor. Cuando inicio el primer gobierno de Díaz, en 1876, el ferrocarril contaba con 630 kilómetros de vía construidos y en 1880 contaba ya con 24,000 KM.<sup>2</sup>

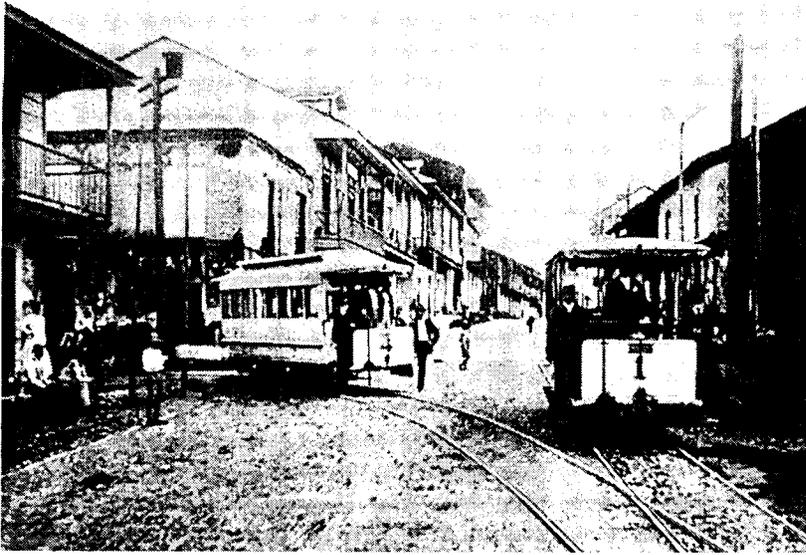


Foto de los primeros ferrocarriles de transporte en México,  
<http://www.elombligodelaluna.com.mx/images/stories/10%20transporte.jpg>

Entre 1903 y 1904 hubo un incremento de las líneas tranviarias y también de nuevas colonias. Dado el incremento demográfico y la creciente demanda de medios de transporte, en 1905 se presentó un proyecto de tren subterráneo pero no

<sup>2</sup>[http://www.elombligodelaluna.com.mx/index.php?option=com\\_content](http://www.elombligodelaluna.com.mx/index.php?option=com_content)

prosperó. Unos años después, en 1908, surgió un servicio llamado "rápidos" que iban del Zócalo con dirección a Tlalpan, Coyoacán, San Ángel, Mixcoac y Tacubaya.<sup>3</sup>



Primeros tranvías "rápidos" primeras ideas de "Metro"  
<http://www.elombligodelaluna.com.mx/images/stories/13%20transporte.jpg>.

<sup>3</sup>[http://www.elombligodelaluna.com.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=101&Itemid=188](http://www.elombligodelaluna.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=101&Itemid=188)

La llegada del siglo XX vio la instalación de los primeros tranvías eléctricos de la ciudad, que circulaban sobre las mismas vías que los de mulitas, aunque la sustitución de estos últimos por los nuevos "troleys" no terminó sino hasta 1934, cuando el último tranvía de mulitas hizo su recorrido final, de las calles de Guatemala, por el Carmen, hasta el barrio de Tepito.

Así, durante la primera mitad de este siglo, el transporte eléctrico compitió con un creciente número de camiones y automóviles de alquiler y particulares movidos con gasolina, iniciando la dinámica que hoy caracteriza a la ciudad.

Para la segunda mitad del siglo XX la ciudad de México presentaba graves problemas de transporte público y congestión de la red vial, particularmente en la zona centro, donde se concentraba el 40 por ciento del total diario de los viajes realizados dentro de la ciudad, en este lugar y sus alrededores, circulaban 65 de las 91 líneas de autobuses y transportes eléctricos de pasajeros, con cuatro mil unidades además de 150 mil automóviles particulares, En las horas pico

del tráfico, la velocidad de circulación era menor a la de una persona caminando.<sup>4</sup>

Fue este motivo que generó que el ingeniero **Bernardo Quintana** realizase un proyecto para la construcción de un metro en la Ciudad de México. Dicho proyecto fue presentado a diversas autoridades hasta que el 29 de abril del año 1967 se publicó en el Diario Oficial el decreto oportuno para la construcción de un sistema de transportes subterráneo. Dos meses después, se realizaba la ceremonia de inauguración de las obras en el cruce de la Avenida Chapultepec con la calle de Bucareli.<sup>5</sup>



<sup>4</sup> <http://metrociudadanoscenred.com.mx>

<sup>5</sup> <http://hechoensitio.blogspot.com/2009/06/ing-bernardo-quintana-arrioja-semblanza.html>

Escasamente dos años más tarde el 4 de septiembre de 1969, un flamante convoy naranja hace el recorrido inaugural, entre las estaciones de Insurgentes y Zaragoza.



Logotipos del metro Insurgentes y Zaragoza  
[http://www.google.com.mx/search?hl=es&sugexp=frgbl&gs\\_nf=1&cp=8&gs\\_id=1b&xhr=t&q=metro+insurgentes&bav=on.2,or.r\\_gc.r\\_pw.r\\_qf.,cf.osb&biw=1366&bih=674&um=1&ie=UTF](http://www.google.com.mx/search?hl=es&sugexp=frgbl&gs_nf=1&cp=8&gs_id=1b&xhr=t&q=metro+insurgentes&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.,cf.osb&biw=1366&bih=674&um=1&ie=UTF)

## ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DEL STCM

- El trazo definitivo de cada línea se obtiene tomando en cuenta: el subsuelo, las instalaciones subterráneas de servicios públicos de la zona, los monumentos históricos cercanos, los restos arqueológicos ocultos, las características demográficas de los puntos que enlazan, entre otras.



### Primera etapa.

19 de junio de 1967 al 10 de junio de 1972

La construcción de la primera etapa del Metro estuvo bajo la coordinación del arquitecto Ángel Borja. Se integraron equipos de trabajo multidisciplinarios, en los que participaron ingenieros geólogos, de mecánica de suelos, civiles, químicos, hidráulicos y sanitarios, mecánicos, electricistas, en electrónica, arqueólogos, biólogos, arquitectos, especialistas en ventilación, en estadística, en computación, en tráfico y tránsito, contadores, economistas, abogados, obreros especializados y peones.

Durante la construcción participaron entre mil 200 y 4 mil especialistas, incluyendo al personal aportado por la asesoría técnica francesa.

En esta primera etapa de construcción llegaron a laborar 48 mil obreros, 4 mil técnicos y 3 mil administradores, aproximadamente. Lo anterior permitió terminar en promedio

un kilómetro de Metro por mes, un ritmo de construcción que no ha sido igualado en ninguna parte del mundo.

## Segunda etapa

7 de septiembre 1977 a finales de 1982

La segunda etapa se inicia con la creación de la Comisión Técnica Ejecutiva del Metro (COVITUR), el 7 de septiembre de 1977, para hacerse cargo de la construcción de las ampliaciones de la red. Posteriormente, el 15 de enero de 1978, se crea la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del Distrito Federal, organismo responsable de proyectar, programar, construir, controlar y supervisar las obras de ampliación, adquirir los equipos requeridos, y hacer entrega de instalaciones y equipos al Sistema de Transporte Colectivo para su operación y mantenimiento.

La COVITUR se integró, de manera parcial, con personal del Sistema de Transporte Colectivo; quedó bajo su responsabilidad la problemática entera del transporte en el Distrito Federal.

Se pueden identificar dos fases en esta segunda etapa. La primera corresponde a las prolongaciones de la línea 3: hacia el norte, de Tlatelolco a la Raza, y hacia el sur, de Hospital General a Zapata. Durante la segunda fase, Covitur preparó un Plan Rector de Vialidad y Transporte del Distrito Federal, y más adelante, en 1980, el primer Plan Maestro del Metro.

## Tercera etapa

Principios de 1983 a finales de 1985

Consta de ampliaciones a las líneas 1, 2 y 3 se inician dos líneas nuevas, la 6 y la 7. La longitud de la red se incrementa en 35.2 kilómetros y el número de estaciones aumenta a 105.

La línea 3 se prolonga de Zapata a Universidad, tramo que se inauguró el 30 de agosto de 1983; la línea 1, de Zaragoza a Pantitlán, y la línea 2 de Tacuba a Cuatro Caminos, en el límite con el Estado de México; estas últimas dos extensiones fueron inauguradas el 22 de agosto de 1984. Con estas ampliaciones, las líneas 1, 2 y 3 alcanzan su trazo actual.

A la línea 6 se le dio una solución combinada: tipo cajón y superficial. La primera parte de El Rosario a Instituto del Petróleo se concluyó el 21 de diciembre de 1983..

## Cuarta etapa

Inicia en 1985 y concluye en 1987

Esta etapa se compone de las ampliaciones de las líneas 6 (de Instituto del Petróleo a Martín Carrera) y 7 (de Tacuba a El Rosario), y el inicio de una nueva línea, la 9 de Pantitlán a Tacubaya, por una ruta al sur de la que sigue la línea 1. La ampliación de la línea 6 se inauguró el 8 de julio de 1988; agregó 4.7 kilómetros y cuatro estaciones a la red, la ampliación de la línea 7 se terminó el 29 de noviembre de 1988 e incrementó la red con 5.7 kilómetros y cuatro estaciones más.

La línea 9 se edificó en dos fases: la primera, de Pantitlán a Centro Médico, concluida el 26 de agosto de 1987, y la segunda, de Centro Médico a Tacubaya, inaugurada un año más tarde. La nueva línea incorporó a la red 12 estaciones y 15.3 kilómetros; tiene un trazo paralelo a la línea 1, con el propósito de descongestionarla, en las horas punta.

## Quinta etapa

Inició en 1988 y se terminó en 1994

La primera extensión de la red del Metro al Estado de México se inició con la construcción de la línea A, de Pantitlán a La Paz, se optó para esta línea por una solución de superficie y trenes de ruedas férreas en lugar de neumáticos, ya que se reducían los costos de construcción y mantenimiento. Se edificó un puesto de control y talleres exclusivos para la línea A. Esta línea se inauguró el 12 de agosto de 1991, agregó diez estaciones y 17 kilómetros de longitud a la red. La estación Pantitlán la pone en correspondencia con las líneas 1, 5 y 9.

## Sexta etapa

Inicio en 1994 y se terminó en el año 2000

Los estudios y proyectos del Metropolitano Línea B se iniciaron a fines de 1993 y el 29 de octubre de 1994 dio inicio su construcción en el tramo subterráneo comprendido entre Buenavista y la Plaza Garibaldi.

En diciembre de 1997 el Gobierno del Distrito Federal recibió 178 kilómetros de red de Metro en operación y en proceso de

construcción la Línea B, de Buenavista a Ecatepec, con un avance global de 49%.

## Línea 12

### Línea dorada



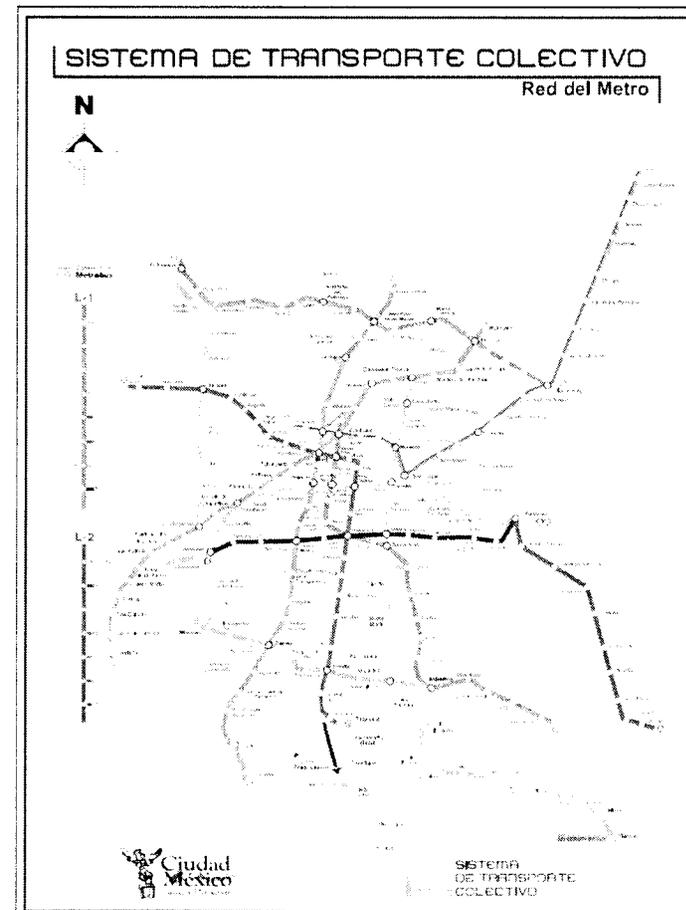
Actualmente, la situación vial en el Distrito Federal presenta en general un rápido aumento del parque vehicular, así como una insuficiencia en la calidad y eficiencia del transporte público.

La zona sur-oriente de la Ciudad, que comprende las delegaciones de Tláhuac, Iztapalapa, Xochimilco, Coyoacán, Benito Juárez y Álvaro Obregón, presenta un alto porcentaje de viajes, en concreto, 7.9 millones de viajes diarios se originan o tienen como destino esta zona, lo que representa el 57% de los viajes diarios que se originan o se producen en el Distrito Federal (Encuesta Origen- Destino EOD, 2007).<sup>6</sup>

<sup>6</sup>

<http://www.finanzas.df.gob.mx/presupuestal/detalleProyectos/09093110002%20Linea%2012.pdf>

La Línea 12 del Metro se conforma por 20 estaciones que conectan Tláhuac con Mixcoac a lo largo de 25.1 kilómetros, están diseñadas para ser funcionales los próximos 50 años bajo los más altos estándares de calidad y confort.



**PROYECTO DE ADECUACIÓN DEL STCM**

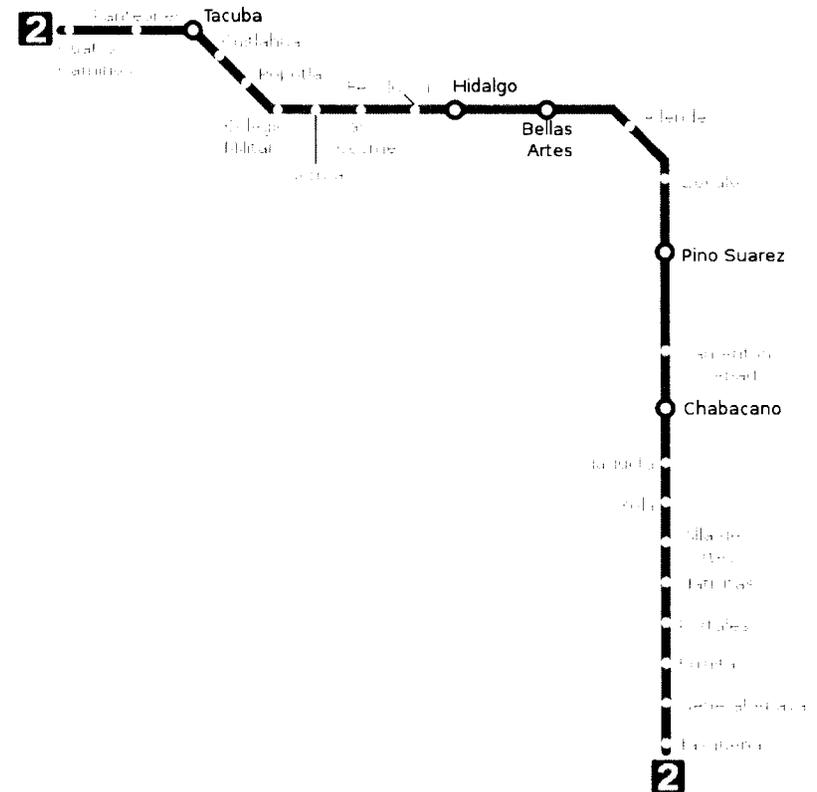
La noticia de que hay una oportunidad para realizar nuestro proyecto final en el STCMetro se dio cursando el final del 9° trimestre, la noticia la dio nuestro coordinador de noveno y ahora de proyecto final Julio Cesar Séneca , la reunión se da entre los directivos de nuevos proyectos del STCM junto con el coordinador de la carrera de Diseño Industrial Leonardo Adams y otros profesores de la UAM –X.

Se propuso la línea 2 como caso de estudio por las siguientes características.

- Es la línea que cruza la ciudad ya que va del sur al centro de la ciudad
- Es una de las líneas del metro más larga con 24 estaciones.
- Cuenta con cuatro estaciones concurridas: Pino Suárez, Zócalo, Chabacano y Cuatro caminos
- Es la mas cercana a la UAM-X

Siendo parte del grupo AJ011 y comenzando la última etapa para concluir la carrera de diseño industrial, se hizo una reunión con los grupos de 10° para dar la noticia que el

proyecto final puede ir enfocado a las problemáticas del Metro de la ciudad, de aquí surgió la necesidad de buscar el convenio de la UAM-X con el STCM, pero dicho convenio con la UAM-X no existía, buscando información se encontró que el convenio, se encontraba hecho directamente con la



Rectoría General de la UAM.

Esto fue un gran paso para el inicio de este nuevo proyecto, comenzaron las reuniones del grupo para llevar una buena organización de las etapas en que se iban a llevar a cabo las clases, se dividió el grupo en dos; una parte de ellas se dedicó exclusivamente a vagones y la otra a estaciones, para cubrir todas las necesidades del mismo.

Para el final del primer trimestre del proyecto final; se tenía pensado presentar un video a los directivos del metro, acerca del proyecto que estábamos planteando, donde se les mostraba las deficiencias y lo queríamos hacer en este proyecto. Fue así como comenzó la búsqueda de información, las visitas a las estaciones para hacer recorridos y observar las necesidades y las problemáticas que nos encontrábamos en el camino.

Se comenzó la búsqueda de información por internet y en diferentes centros de información acerca del STCM, para saber sus orígenes, estadísticas de las personas que lo utilizan, mapas de las líneas, planos de barrio, etc.



Secciones de trabajo, para la búsqueda de información.

Se creó una tabla de indicadores donde se llevaba un control de lo que se observaba, y se tenía que anotar la capacidad, los materiales, el estado, la limpieza, la iluminación, la visibilidad, en qué momento se veía afectado, etc.

Estación		Indicador		Medición		Observaciones	
Nombre	Ubicación	Descripción	Unidad	Valor	Fecha	Horario	Observaciones
ESTACION PINO SUAREZ	PINO SUAREZ	Temperatura ambiente	°C	28.5	15/05/2012	10:00	Alta
		Humedad relativa	%	65	15/05/2012	10:00	Alta
		Velocidad del viento	m/s	0.5	15/05/2012	10:00	Baja
		Visibilidad	m	10	15/05/2012	10:00	Baja
		Iluminación	lux	150	15/05/2012	10:00	Baja
		Capacidad	personas	1500	15/05/2012	10:00	Alta

Este instrumentó de trabajo sirvió para saber dónde y como atacar los problemas que se observaban, estas mediciones se realizaron 3 veces al día en todas las estaciones de la línea 2.

Donde se detectaron problemas tales como:

- Incomodidad dentro de las estaciones, así como falta de ventilación dentro de las mismas como se muestra en la sig. Imagen.
- la falta de ventilación en las estaciones es un problema que se ha venido agravando por el aumento de calor en la época de primavera donde el calor aumenta hasta 40° dentro de algunas estaciones del Metro, para esto el sistema colocó ventiladores con aspersores de agua para refrescar a la gente que pasa en estaciones concurridas.



<http://www.google.com.mx/search?tbm=isch&hl=es&source=hp&biw=1366&bih=674&q=estacion+pino+suarez&gbv=2&oq=estacion+pi&aq=1&aqi>

- Otro problema detectado fue la separación de hombres y mujeres dentro de los andenes , problema que es muy grave en estaciones como Pino Suárez, Chabacano, Cuatro caminos, que son estaciones con mayor afluencia de personas y para solucionar esto el Metro hizo mariposas de madera para solucionar dicho conflicto, pero esta solución hasta la fecha no ha sido muy eficaz.



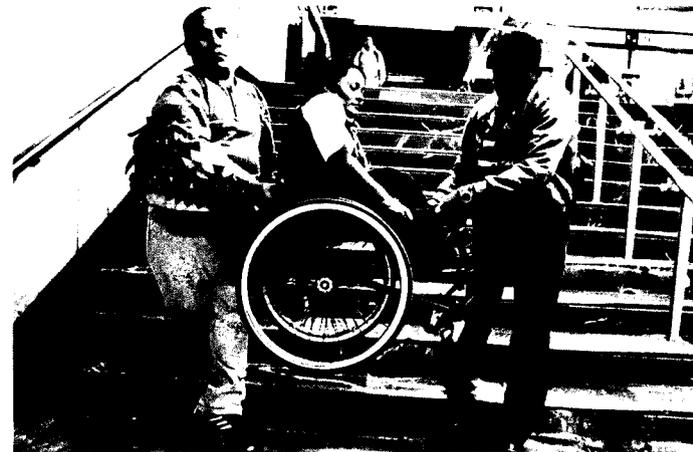
- El flujo de personas dentro de las estaciones mas concurridas es una situación peligrosa, ya que existe el riesgo de que alguna persona pueda caer en las vías, acoso general, etc.



- La iluminación es un problema que ha afectado a los usuarios del transporte ya que en estaciones como San Antonio Abad, Villa de Cortes, y Nativitas, después de las 7 pm se vuelven estaciones muy inseguras por la falta de iluminación en las mismas.



- Uno de los principales problemas del STCM es la falta de elevadores o salva escaleras para personas con discapacidad motriz.



## COMPARACIÓN CON OTROS METROS.

Como parte del proyecto de investigación se realizó una comparación con metros de otros países, para saber como han solucionado las problemáticas a las que nos enfrentamos, dentro de este estudio se observaron metros de países como: china, Dubái, Madrid, Estocolmo, etc.

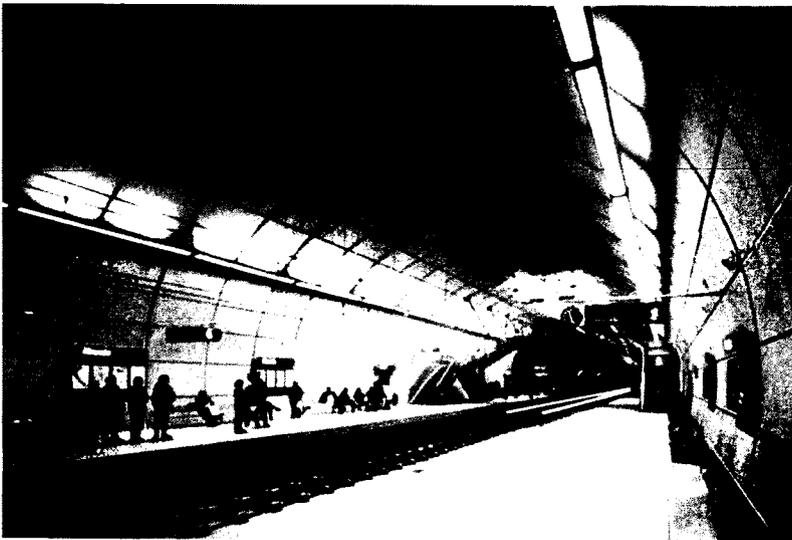
Accesos del metro de Tokio, a simple vista se puede notar el avance tecnológico, como se maneja la forma y el doble uso para la publicidad.

Para evitar los suicidas en el metro, Francia implemento un sistema de puertas automáticas para evitar este tipo de incidentes.

Además se puede observar la limpieza dentro del andén así como la iluminación que brinda.



El metro de Bilbao se puede considerar como uno de los mejores metros del mundo por su gran diseño arquitectónico, la infraestructura, la señalización y por ser un metro incluyente. Esto le ha permitido ganar varios premios como: **Premio Bihotza Igualdad, Premio Osalan, Compromiso con la excelencia, entre otros.**



## PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE ADECUACIÓN.

Una vez obtenidos todos los datos, se realizó un video para presentar a los directivos del metro, el proyecto que planteamos, la reunión se efectuó el día 13 de Julio de 2011 en el departamento de nuevos proyectos en las oficinas generales ubicadas a un costado del metro Zaragoza.

A la reunión se presentaron el Ing. Rafael Rojas, el Ing. Armando Ayala, el Ing. Marcos Mercado, el Ing. Alejandro Martínez, el Ing. Pedro Calderón, el Ing. Bojórquez y El Ing. Barajas.

A los cuales se les mostro el video con el siguiente Contenido:

¿Quiénes Somos?

**Nosotros**

Somos un Equipo de Estudiantes de la licenciatura en DISEÑO INDUSTRIAL de la **Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco**, en nuestra etapa final de formación

calificados para desarrollar proyectos de **Planeación, Diseño Industrial y Desarrollo Social**.

## UAM

Es una institución pública fundada en 1974 que busca la aplicación del conocimiento a la solución de problemas socialmente relevantes, con un fuerte compromiso social y servicio a la comunidad.

## Justificación

### Vivir en la ZMVM

Habitar en la Zona Metropolitana del Valle de México, Implica constante movimiento, en este sentido es importante contar con medios de transporte que brinden movilidad eficiente y seguridad.

### El Metro

El Sistema de Transporte Colectivo Metro (STCM) es uno de los medios de transporte público más utilizado en la gran urbe metropolitana, significa para la población una opción económica, rápida, versátil y con amplia cobertura para desplazarse dentro de la metrópoli.

## ¿Cómo surge?

Surge del convenio entre el STCM y la UAM, donde se plantea la necesidad de una intervención para renovar la imagen del sistema. Se selecciona la línea 2 como caso de estudio.

- Problemática
- Nuevas necesidades
- Aumento de la demanda
- Sustentabilidad y ecología
- Seguridad
- Obsolescencia
- Imagen

## Intención

Posicionar al STCM como un medio de transporte de vanguardia, sustentable, incluyente y respetable con el medio ambiente.

## Desarrollo

### Objetivo general

Aplicar y generar conocimientos útiles y coherentes por medio de nuestra intervención como D. I. para transformar las condiciones actuales del STCM

### Estrategia

- Trabajo coordinado
- Observación objetiva
- Acciones pertinentes

- Soluciones innovadoras

### **Táctica**

- Recopilación y sistematización de la información
- Detección de necesidades
- Análisis y evaluación
- Desarrollo de propuestas
- Selección de alternativas
- Evaluación
- Presentación

### **Conceptos**

- Vanguardia
- Sustentable
- Seguro
- Digno
- Incluyente
- Competitivo

En dicha reunión después de la presentación se aclararon dudas y cifras que no se habían podido obtener, así como la posibilidad de agendar reuniones de trabajo con los ingenieros y visitas guiadas dentro de las estaciones.

## **MODELOS DE ANALISIS**

Una vez iniciando el 11° trimestre y después de la presentación con el metro se seleccionó el tema a investigar.

Se realizaron modelos de análisis en base al Desing thinking<sup>7</sup> para comprender no solo las problemáticas si no las relaciones que existen entre los usuarios y todos los componentes físicos y emocionales que hacen al sistema de transporte.

Se diseñó un modelo de análisis formado de cuatro partes fundamentales para el STCM: infraestructura, usuarios, trabajadores, experiencia.

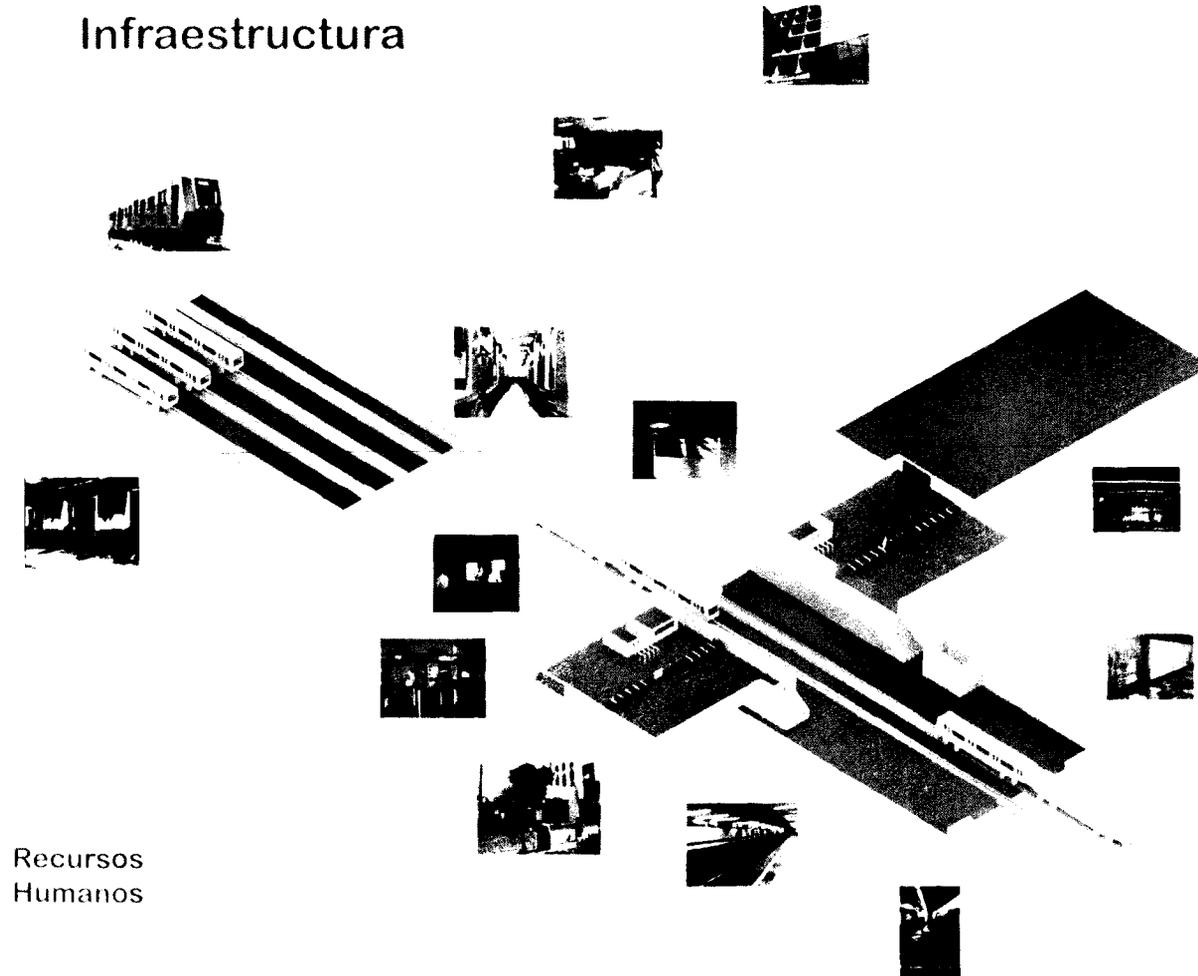
---

<sup>7</sup> Desing thinking se refiere a: *una metodología que impregna todo el espectro de actividades e innovación con una filosofía de diseño centrada en las personas.*

*Para mayor referencia se puede consultar a Tim Brown*

## Infraestructura.

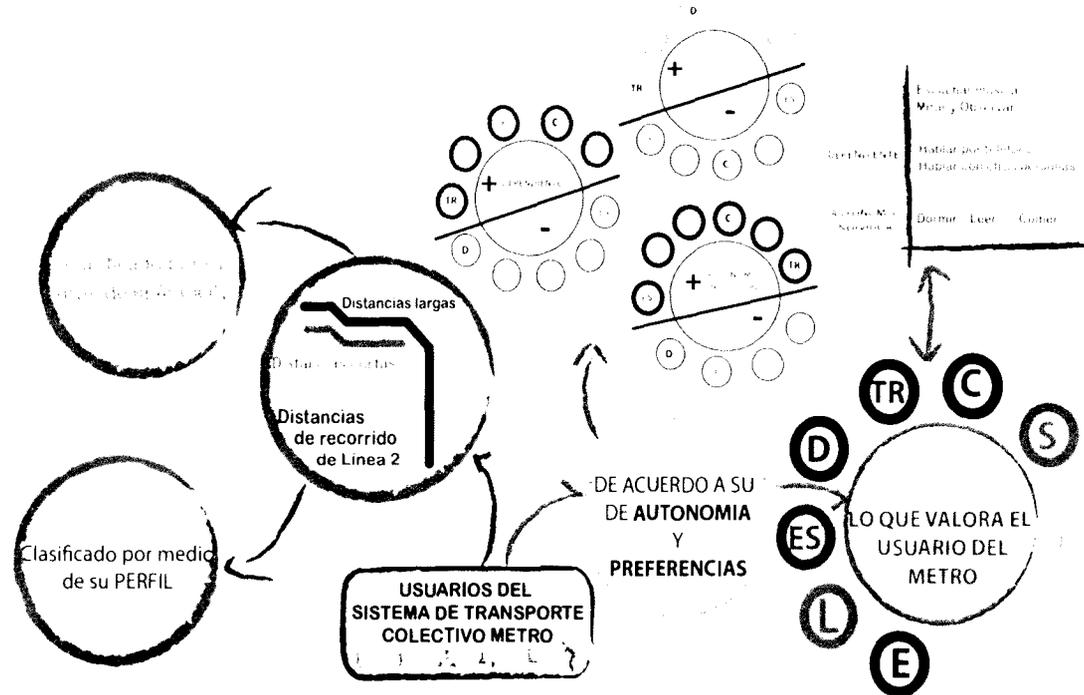
Se refiere a las instalaciones físicas que se encuentran en el STCM, andenes, pasillos, oficinas, áreas de intendencia, oficinas de control, vías, etc. Para esto se hizo este modelo de análisis para entender mejor como se constituye este sistema





## Usuarios.

Se analizaron los usuarios del STCM en base a su nivel de reacción, por medio de su perfil y como usuario dependiente, independiente y autónomo.



<b>C</b>	<b>COMODIDAD</b>	
<b>S</b>	<b>SEGURIDAD</b>	Es necesario para que el usuario tenga la confianza y no deba de preocuparse porque algo malo le suceda durante su recorrido.
		Es necesario controlarlo ya que puede ocasionar un cierto nivel de estrés dependiendo el usuario.
		Un alto nivel de saturación causa conflictos tanto emocionales como de seguridad en las personas que van dentro de las estaciones y vagones.
<b>E</b>	<b>ESPACIO</b>	Dentro de las instalaciones del metro no debe de estar fuera de los límites que soporta el cuerpo, ya que puede generar condiciones médicas y psicológicas desfavorables.
<b>L</b>	<b>LIMPIEZA</b>	Es vital para el desarrollo dentro de las actividades que realiza el usuario y que interfiere en su comodidad durante su recorrido en el sistema.
<b>ES</b>	<b>ESTABILIDAD</b>	La falta de limpieza provoca en los usuarios del metro problemas de salud, de percepción, anímicos, entre otros.
	<b>TIEMPO DE RECORRIDO</b>	El factor de estabilidad brinda seguridad al usuario en su recorrido dentro del sistema y esto le permite realizar sus actividades con más confianza.

## Experiencia.

Este modelo se diseñó para saber cuál es la experiencia de usuario en trayectos cortos y largos dentro del sistema, intentando saber cuáles eran sus expectativas y sus conclusiones después de su estancia.



Después de analizar los datos obtenidos, se separaron las problemáticas en las que se podía intervenir por medio del Diseño Industrial, entre las cuales destacaban: **accesibilidad, asientos, espacios reservados, iluminación, hacinamiento, etc.** De estas problemáticas, decidí trabajar en la temática de iluminación, ya que es un problema que ha afectado al STCM desde hace muchos años, se enfoca al mal estado y el poco mantenimiento que se les da a las luminarias, así como el tipo de lámparas que se están utilizando actualmente (halógeno).

Antes de pasar a la problemática en general, es importante entender el tema de la iluminación y por qué el interés de trabajar en este tema.

## **ANTECEDENTES DE LA ILUMINACIÓN.**

Hasta el siglo XVIII, el ser humano disponía únicamente de dos fuentes de luz: la luz diurna natural y desde la edad de piedra, la llama como fuente de luz artificial.

Estos dos tipos de iluminación han determinado durante mucho tiempo la vida y la arquitectura. Con la invención del

alumbrado por gas, y más adelante de las fuentes de luz eléctricas, se inició una nueva era.

La limitación a una perspectiva de la percepción humana orientada fisiológicamente condujo a unos conceptos de iluminación insatisfactorios.

Al incorporar la psicología de la percepción a la fisiología del aparato visual, se consideraron todos los factores de la interacción entre la persona perceptora, el objeto observado y la luz como elemento mediador.

La mayor parte de la información sobre el entorno le llega al hombre a través de los ojos. Para ello, la luz no sólo es indispensable y medio de la vista, sino que por su intensidad, su distribución y sus cualidades crea condiciones específicas que influyen sobre nuestra percepción.

- *La luz desempeña un papel central en el diseño de un entorno visual. Mediante la iluminación se tornan visibles la arquitectura, los seres humanos y los objetos. La luz influye en el bienestar, el efecto estético y la sensación que nos puede transmitir un local.*

- *La apariencia de un espacio puede ser modificada por medio de la luz, sin alterar el aspecto físico del mismo. La luz encamina la mirada, maneja la percepción y dirige la atención a los detalles. Mediante la luz se pueden distribuir e interpretar espacios, para acentuar áreas o lograr conexiones entre el exterior e interior. La distribución luminosa y el nivel de iluminación tienen una influencia decisiva en la percepción de la arquitectura.*

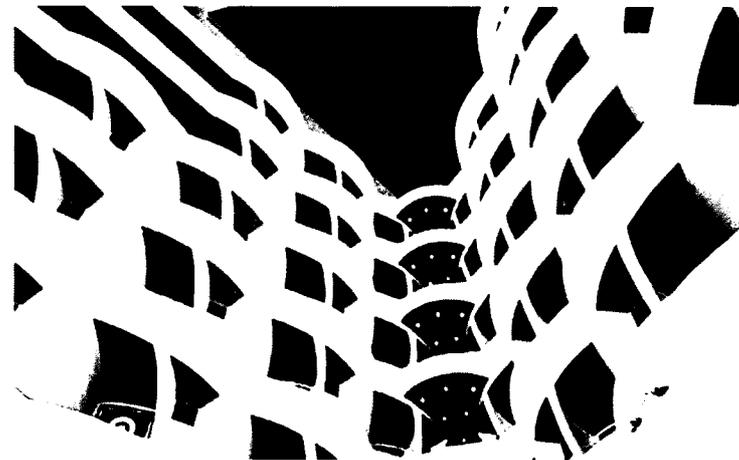
- *Mediante la luz se pueden realzar las distintas zonas funcionales en el espacio, como por ejemplo superficies transitadas, zonas de estar y superficies de exposición.*

- *La iluminación por zonas con conos de luz delimitados separa visualmente las áreas unas de otras.*

- *La iluminación diferenciada de zonas funcionales distribuye el*



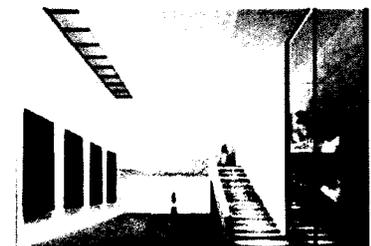
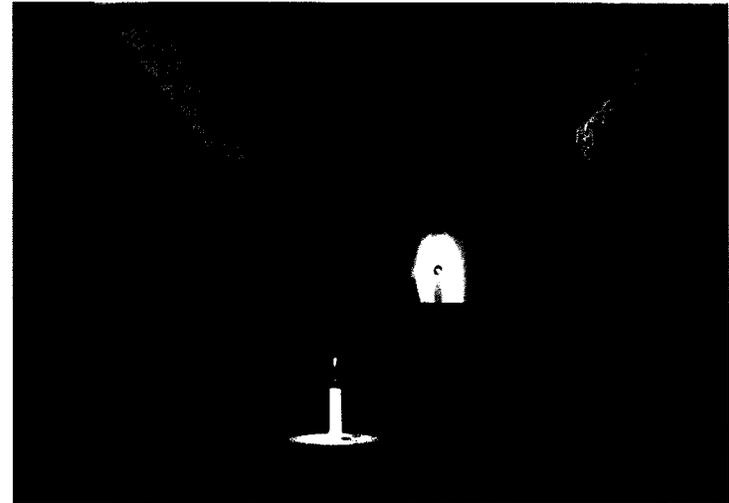
Iluminación en edificios para crear diferentes entornos.



realizado de zonas mediante la iluminación.

*Espacio y mejora la orientación. Con conos de luz estrechos y contrastes de luminosidad fuertes, se delimitan los espacios unos de otros. Los contrastes severos de las distintas zonas con respecto al entorno liberan a éstas de su contexto local. Las superficies grandes, iluminadas de forma muy uniforme y sin distribución alguna, pueden presentarse monótonas. Una baja iluminación general forma el punto de partida para marcar acentos. Con sistemas de control de luz es posible adaptar las zonas funcionales a usos distintos.<sup>8</sup>*

Todos estos factores fueron los que me llevaron a elegir esta problemática de iluminación, ya que es un elemento importante en todos los espacios y más en un sistema que mueve a millones de personas al día.



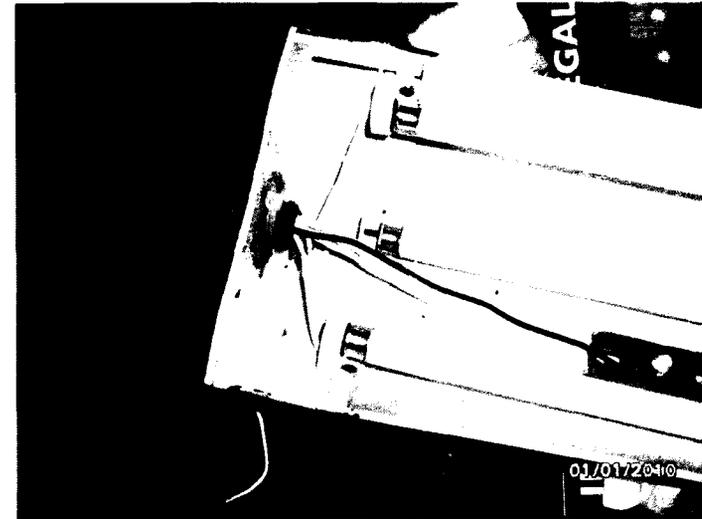
<sup>8</sup> <http://www.erco.com/homepage/start/en/>

## PROBLEMÁTICA DE ILUMINACIÓN STCM

El STCMetro en su inauguración, hace más 40 años, iluminó sus estaciones con lámparas T12, las cuales en este momento son totalmente obsoletas, pero siguen siendo utilizadas en aproximadamente 75% de las 175 estaciones que cubren la llamada ciudad más grande del mundo.

*El ingeniero Francisco Bojórquez Hernández, director del Sistema de Transporte Colectivo Metro, comentó en su oportunidad que “ésta obsolescencia nos ha conducido a tener un mayor consumo de energía, más costos en el cambio de las luminarias, menos tiempo de vida de cada una de ellas, mayor consumo de kilowatts-hora”.<sup>9</sup>*

Esto es solo tomando en cuenta el tipo de lámparas que se están utilizando, otro aspecto importante que también se tiene que tomar en cuenta es el tipo de luminaria ya que algunas de ellas presentan daños, poco mantenimiento, sucias, etc.



<sup>9</sup> <http://www.iluminet.com.mx/category/ambiente/>

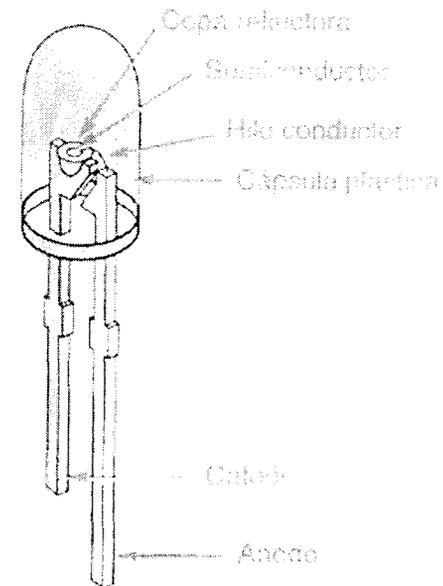
El desarrollo de mi proyecto inicia desde la concepción de un sistema de iluminación que sea modular, versátil, que pueda usarse en distintas combinaciones para los distintos espacios que integran el Metro.

Utilizando tecnología LED para su fabricación. Pero ¿por qué LED?

El LED se caracteriza por una duración de vida muy larga, su resistencia a los impactos y un bajo consumo energético. Al ser regulados, el color de luz se mantiene constante. Al tener a la red, se necesitan equipos auxiliares para contar con la corriente de servicio correcta.

La fuente de luz puntual permite dirigir la luz con toda exactitud. El encapsulado del diodo con material sintético cumple las funciones de protección y de lente. La potencia de la radiación del LED disminuye al aumentar la temperatura. Por ello es importante contar una buena disipación del calor durante el funcionamiento. Conviene evitar que los rayos solares incidan directamente, e igualmente que el montaje se efectúe en las proximidades de otras fuentes de calor. Con una vida media de 50.000 horas, los LEDs están

disponibles para unos **Características** largos periodos de funcionamiento. El arranque sin retardo alguno, y la reacción inmediata a las órdenes procedentes del control, permiten su empleo para escenas de luz dinámicas cuya característica es la rapidez. Los desarrollos en el campo de los LEDs están actualmente encaminados hacia las formas compactas, un flujo luminoso mayor y una eficacia luminosa mejor, amén de una fabricación más económica.<sup>10</sup>



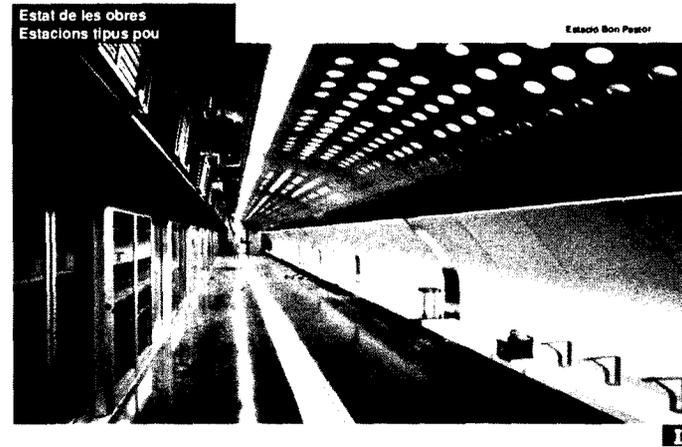
<sup>10</sup> <http://www.erco.com/homepage/start/en>

Las primeras ideas de la luminaria surgieron a partir de las actuales lámparas del Metro, se hizo mediante una observación donde se llegaron a varias conclusiones como: dimensiones, distancias, acomodo, montaje, etc.

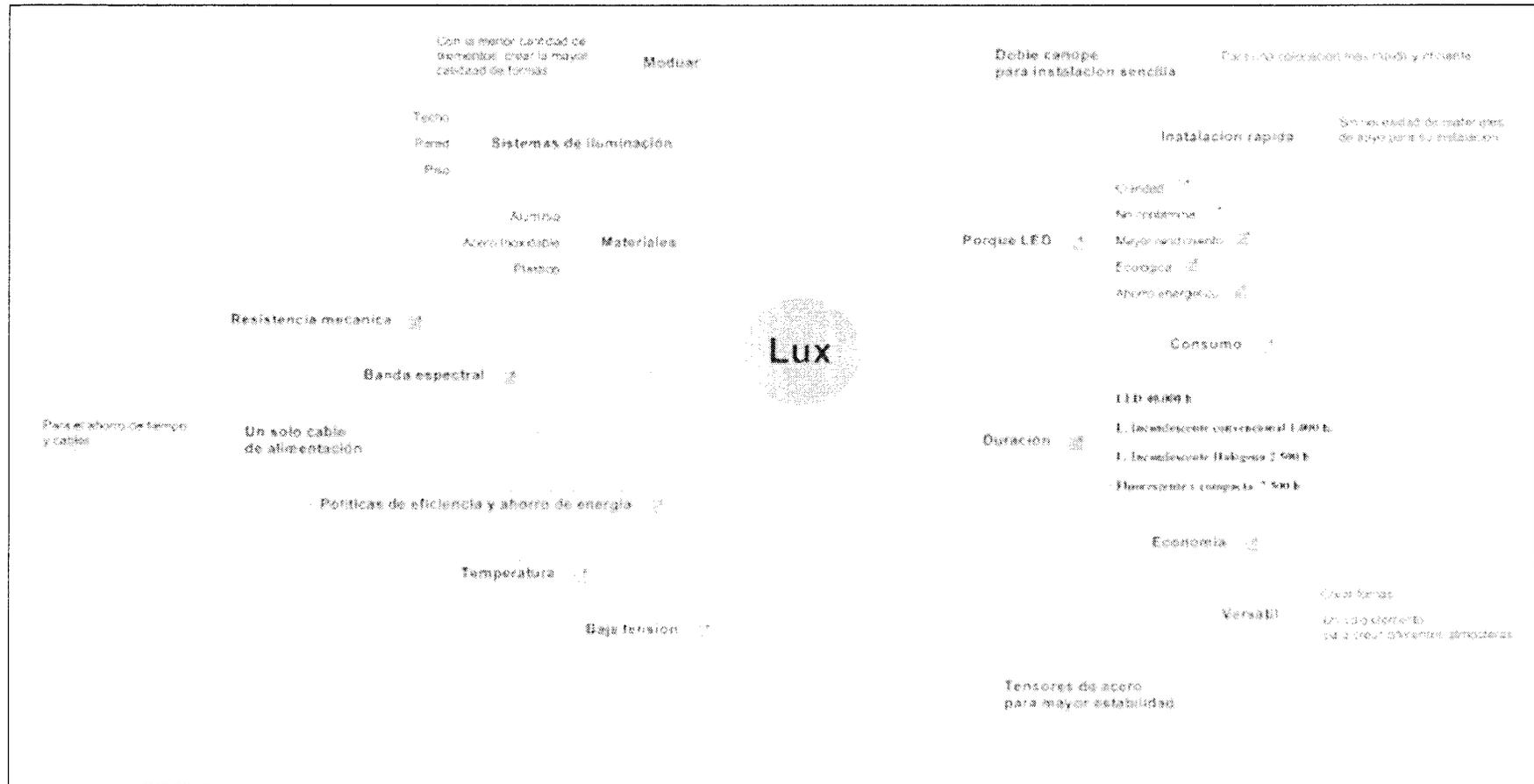
En base al estudio realizado de los diferentes metros del mundo como se menciona anteriormente se hizo un muestreo de las lámparas que utilizan los metros de países desarrollados así como los metros más conflictivos como es el de Nueva York. Como parte del muestro se realizaron tablas donde por medio de indicadores tales como: formas, tipo de luz, tipos de foco, tamaños, distancias y otros.

Después del análisis se tomaron los puntos a favor y en contra de las lámparas que se utilizaban para tener bases antes de comenzar a "trazan líneas" y no realizar algo que ya está hecho.

Como parte del proceso de diseño se realizó un mapa mental para obtener los **requerimientos de diseño**, dicho mapa se realizó planteando las necesidades del sistema, con datos cuantitativos y cualitativos de lo que constituye el proyecto.



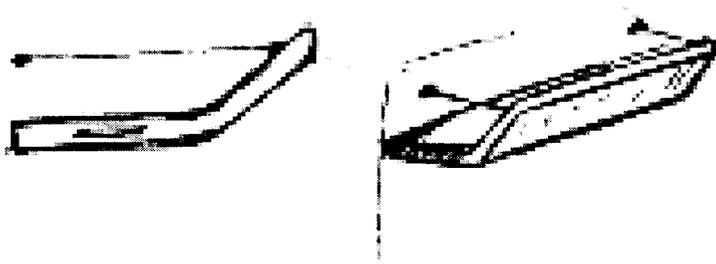
# Mapa de requerimientos



## PROCESO DE DISEÑO

## Desarrollo de alternativas

Una vez teniendo listos los requerimientos de diseño se comenzó con el proceso de bocetaje, las primeras ideas surgieron de la necesidad de cubrir un rango espectral más amplio y así reducir la cantidad de luminarias.



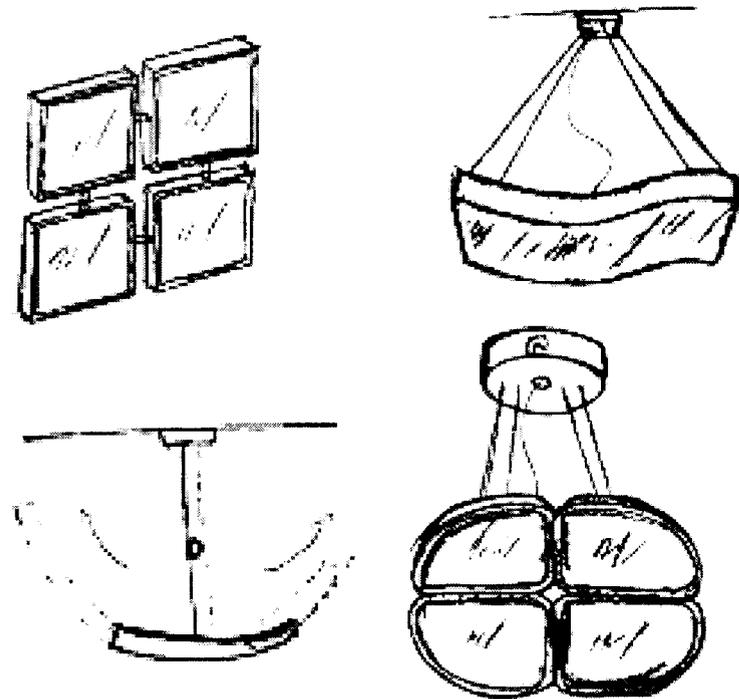
*Primeras ideas de las luminarias, cubriendo dos áreas.*

De estos primeros bocetos se llegó a la conclusión de que se llegaría a la misma solución que se tenía y solo se cambiaría el tipo de foco.

Así que se descartó la idea por completo y se continuó con el proceso de diseño

Aunque cumplía una parte de los requerimientos que era cubrir un mayor rango espectral.

Las siguientes dos semanas de clases se siguieron presentando bocetos en blanco y negro para analizar las propuestas.



Variantes de propuestas

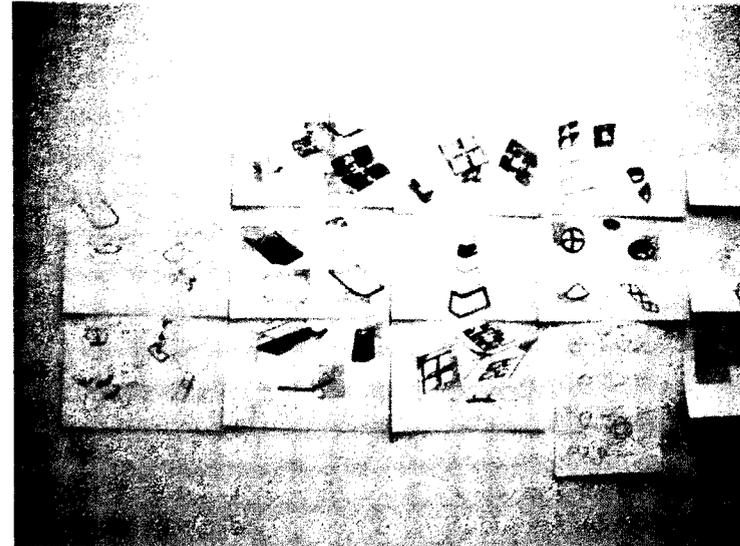
## Dinámicas grupales

En el transcurso del trimestre ya se tenían que tener bocetos a color para una nueva dinámica que se implantaría dentro del salón de clases que consistía en hacer una exposición de los proyectos que proponíamos frente a nuestros los compañeros, junto con el coordinador de modulo Julio Cesar Séneca.

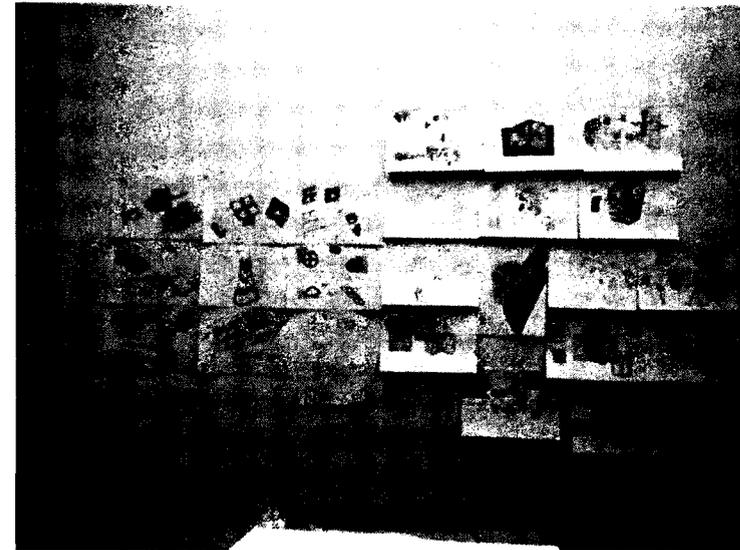
Este tipo de exposiciones se realizaban con el fin de hacer una retroalimentación de los comentarios de los compañeros, ayudando en problemas que no se habían detectado a tiempo.

Otra razón por la cual se implanto este método de trabajo fue la estimular el trabajo en clase y como preparación para la presentación del proyecto final.

Durante la revisión de los bocetos, se hablaba del porque estamos proponiendo ese diseño, del material que empleamos del porqué de ese materia incluso como se debía de fabricar.



Bocetos a color pegados a la pared para exponer los conceptos.



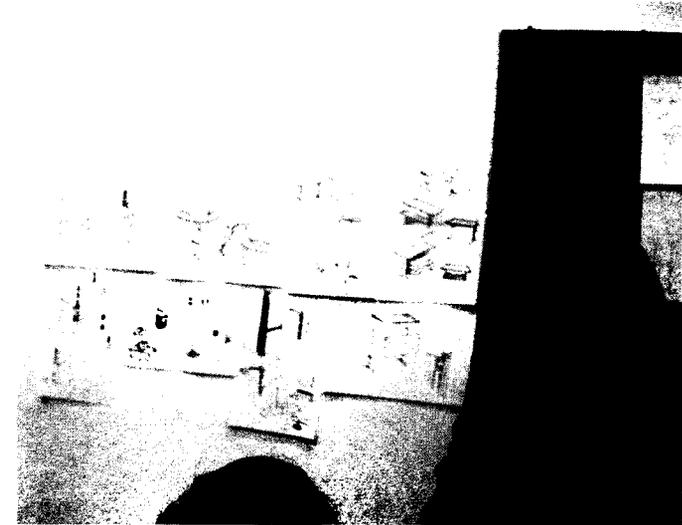
Conjuntos de bocetos expuestos

Después de las revisiones y como parte de la retroalimentación el coordinador de modulo nos resaltaba las deficiencias del proyecto y que es lo que podíamos modificar.

Este proceso duro hasta la 6 semana de clases, para esas fechas ya se tenía que tener seleccionado el proyecto que se iba a realizar.

Tener en cuenta los materiales y el proceso de fabricación que se utilizaría.

Tomar en cuenta si se necesitaría ayuda externa para poder realizar el proyecto que en mi caso particular si necesito ayuda de un Ing. en electrónica para realizar todos los cálculos de las resistencias, nivel de voltaje y amperaje.

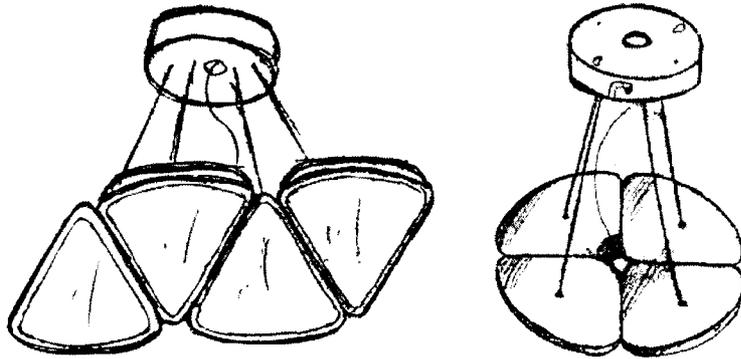


Revisión de los bocetos con el coordinador de modulo



Exposición de los bocetos.

La propuesta que se selecciono fue en base a ciertas características que se proponían en las que destacaban que era una lámpara modular, con alto espectro luminoso por el tipo de tecnología que se utilizaría, en este caso, LEDS DE ULTRABRILLO, esto para reducir la cantidad de LEDS de la lámpara y a la vez alcanzar los mismos estándares | lúmenes que se necesitan para este tipo de servicios.



Lámpara de 4 elementos modulares para crear diferentes formas.

Después de la selección de la propuesta se empezó a trabajar en ella para resolverle los detalles que se fueron encontrando durante las exposiciones grupales, cuestiones como tamaño, distancias, espesores, materiales, etc.

Se fue trabajando la forma de la luminaria y estableciendo radios, en las primeras ideas de esta luminaria se estableció que todas las piezas del sistema estarían sujetas por tensores de acero. Como se muestra en la fig. anterior.

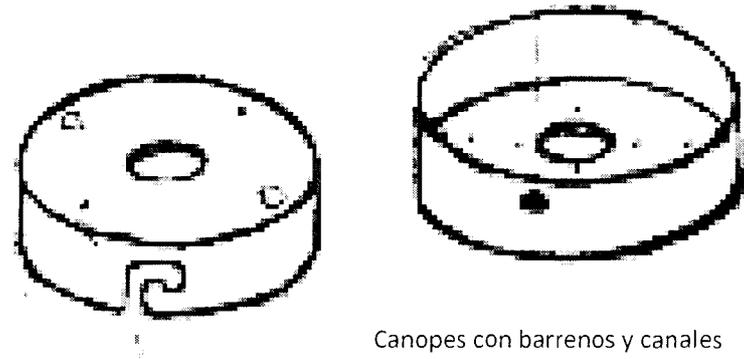
Esto para que la lámpara tuviera mayor estabilidad a la hora de ser montada y los módulos quedaran con un soporte y estabilidad para evitar que las piezas de las lámparas se desfasaran.

Otros aspecto importante que se encontró fue la instalación al techo, donde una parte de los requerimientos de diseño fue que el montaje de la luminaria fuera más simple y esto lo hiciera más simple ya que este es un problema para las personas que intalan este tipo de luminarias, ya que algunas veces se tienen que hacer barrenos y meter tornillería, que a su vez esto puede causar molestias en el cuello por la cantidad de tiempo que pasan con la cabeza en alto para poder acabar el trabajo.

Para la colocación al techo se pensó en un canope circular anclado al techo por medio de tornillos, pero esto haría igual de complicado el trabajo que las lámparas comunes, así que se pensó en dos elementos circulares, donde uno de ellos iría soportado al techo por medio de 4 tornillos, la ventaja de esto es que esta pieza es que 2 de los 4 barrenos tenían una entrada más amplia y una guía/ranura. Tomando en cuenta que los orificios tienen la distancia que las cajas cuadradas de electricista para ahorrar el trabajo de barrenado.

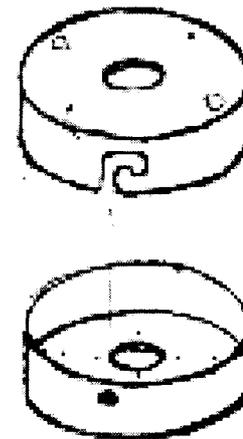
Para esta pieza la persona tiene que colocar dos tornillos a la caja cuadrada y pasar los tornillos colocados por las guías del canope de techo, esto para hacer más sencilla la colocación y no tener que buscar los barrenos hasta que coincidan.

Cabe mencionar que el canope que va anclado al techo lleva consigo canales laterales para la sujeción del segundo soporte, que de igual manera tiene dos elementos de sujeción para los canales laterales del primer elemento.



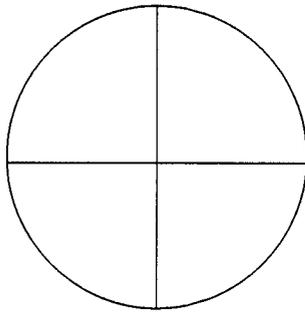
Primeras ideas del canope de techo donde se muestran los barrenos guía en la parte superior de la primera imagen y los canales para el segundo soporte de techo.

En la imagen de abajo se muestran los dos elementos de sujeción en la posición como deben unirse.



Otro elemento de la luminaria que se analizó después de la selección de la propuesta fue el componente principal del modelo, el cuerpo lumínico que llevaría los elementos electrónicos para su funcionamiento.

El cuerpo de la lámpara surgió de la división de un círculo en cuatro partes, el proceso de diseño para esta pieza no fue sencillo ya que se tenía que pensar en los elementos internos así como el proceso de fabricación del mismo.



División del círculo en 4 para la obtención de los módulos

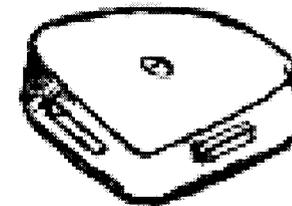
Una ventaja de este modelo fue que al tener dos lados rectos, estos se podían combinar para obtener formas diversas, y eso haría de la lámpara un elemento versátil a la hora de armar la pieza.

Este es otro punto de los requerimientos de diseño, una lámpara que sea versátil y que se puedan combinar las piezas para formar nuevos entornos y jugar con la iluminación.

Otra parte que es fundamental del cuerpo son los conectores hembra y macho laterales de las piezas que son las que conectarían las demás piezas para su alimentación.

La altura del cuerpo se obtendría en base al espacio que ocuparon los elementos electrónicos, este dato se tendría una vez que el Ing. en electrónica estudiara el elemento.

En el boceto de abajo se pueden observar los conectores a los costados de la misma así como el barreno para el tensor.



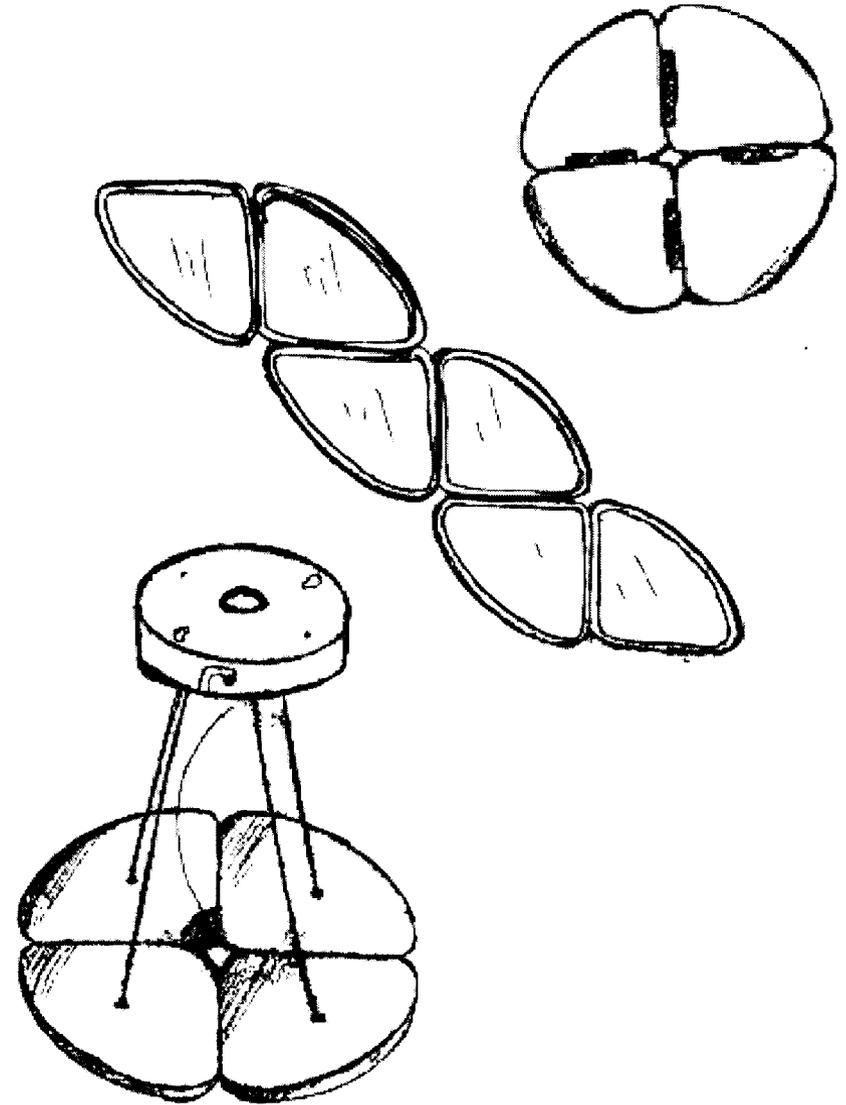
Módulo con los conectores hembra y macho.

La parte fundamental de este proyecto se caracteriza por la versatilidad de los elementos y la oportunidad de poderse combinar entre sí para formar diferentes soluciones con la menor cantidad de piezas.

Ese tipo de combinaciones hacen posible que las lámparas puedan situarse dentro de las estaciones del metro como más convenga tanto en pasillos, andenes u oficinas.

Se realizó una última exposición dentro del salón de clases donde se explicaba las mejoras que se le habían hecho al proyecto.

En la cual se explicó el tipo de conector que se utilizaría, las formas que se podrían crear, los materiales en que se fabricaría, el proceso que se utilizaría, etc.



Bocetos de las posibles combinaciones.

# Sistema ITER

Durante el proceso de Diseño se observó que dentro del equipo de trabajo, varios proyectos seguían el mismo discurso conceptual y formal, por lo tanto se decidió integrar estos proyectos en un solo sistema que a la postre se denominó ITER.

## Significado

La palabra “Iter” proviene del latín que significa Camino<sup>11</sup>; el concepto es por el recorrido que sigue el usuario a lo largo de su estadía dentro del Sistema de Transporte.

## Proyectos que lo conforman

**PORTA**; a cargo de Sandra Amya

**LUX**; a cargo de Eduardo Flores

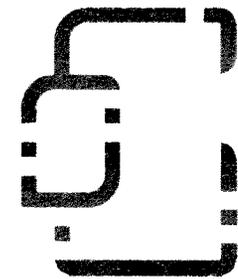
**VECTIO**; a cargo de Omar Torres

## Logotipo ITER

El logotipo del sistema y de los tres proyectos que integran al mismo nacen del concepto formal común a todos, y por ende al logotipo institucional del STCM.



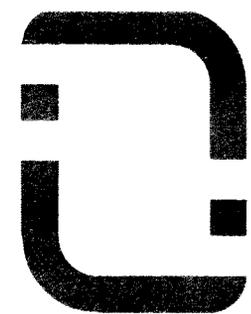
Sistema ITER



PORTA



LUX



VECTIO

<sup>11</sup> Diccionario de Latín, SM ediciones, 2000

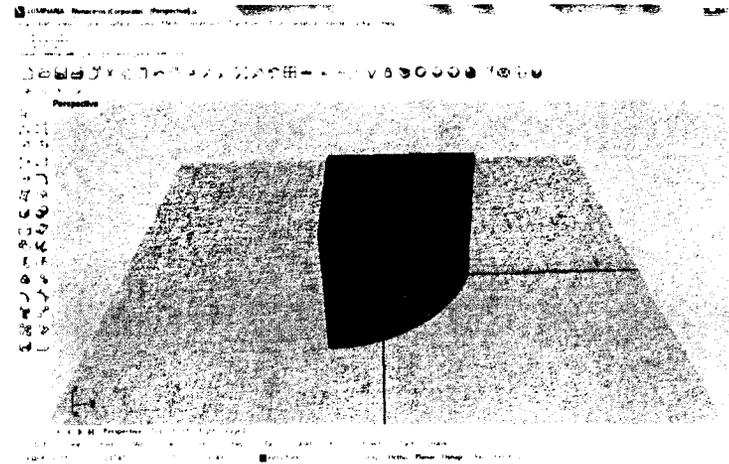
## MODELADO 3D

Una vez concluido el proceso de bocetaje y con autorización del coordinador de modulo se pasó a la etapa de digitalización del modelo en 3D, este tipo de herramienta es muy útil ya que desde una mejor perspectiva se puede ver a detalle los problemas que tiene el diseño, ya que se observa desde el interior hasta el exterior el modelo que se quiere crear.

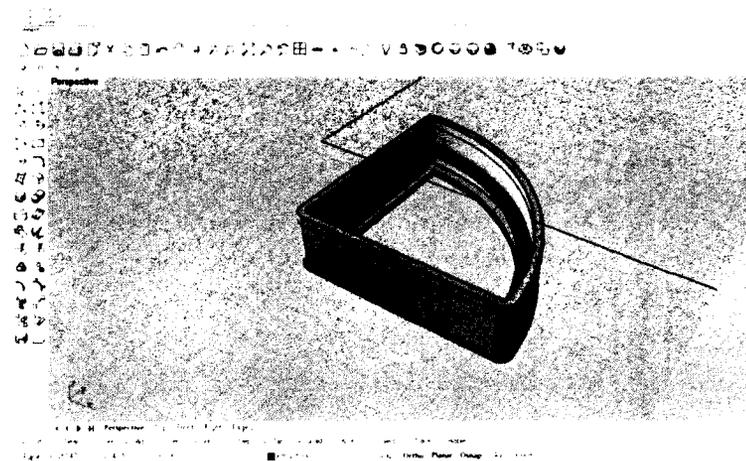
El modelado se realizó en el programa Rhinoceros, un programa especial para modelado de piezas en 3D.

Una vez digitalizando el modelo se empezaron a encontrar diversos problemas, uno de esos problemas fue el soporte para la placa de LEDS que no se había tomado en cuenta en los bocetos.

Para esto se dibujó un contorno con un espesor de 7mm para el soporte de la placa de LEDS, y este mismo soporte funcionaría como un elemento estructural del cuerpo de la lámpara.



El modelado comenzó con el trazado del contorno y una extracción del mismo.



El soporte LED y elemento estructural se puede notar en la parte verde del modelo

En un principio el modelo de la lámpara ya incluía el soporte de la pantalla difusora del mismo espesor que el soporte de la placa de LEDS.

Se modeló la pantalla junto con la estructura y se dibujó la tapa del mismo, para esta última se utilizaron cuatro soportes con barrenos de  $\frac{1}{4}$ " para tornillería de acero.

Una vez dibujado por completo el modelo de la pieza, se "copió" cuatro veces para cerrar la figura completa y poder crear diferentes formas ya con el modelo hecho.

Una vez terminado el cuerpo de la lámpara se dibujó el soporte de techo que se bocetó al principio, se dibujaron los contornos de las mismas y se realizó una extrucción, después de esta operación se comenzaron a dibujar los canales y los soportes de las piezas. Para después unirlos junto con el cuerpo de la lámpara.

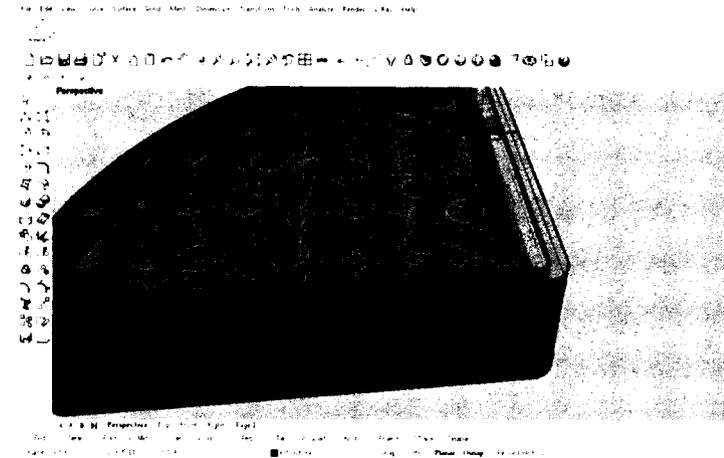
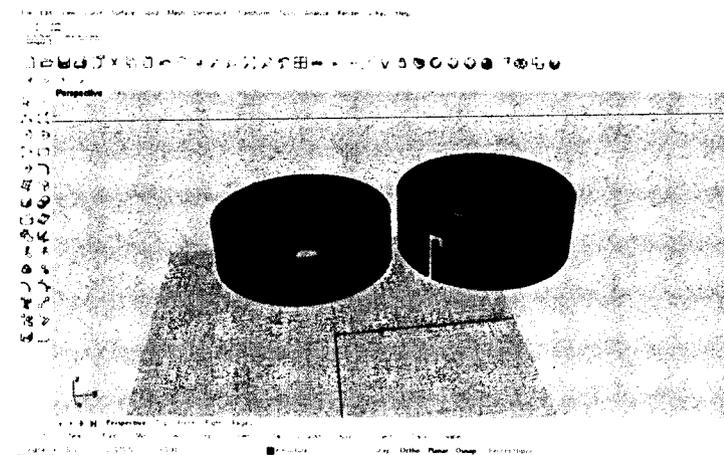


Imagen del cuerpo completo de la pieza del cuerpo, en la imagen se puede notar los elementos de sujeción, la placa LED, la tapa y la pantalla al final.



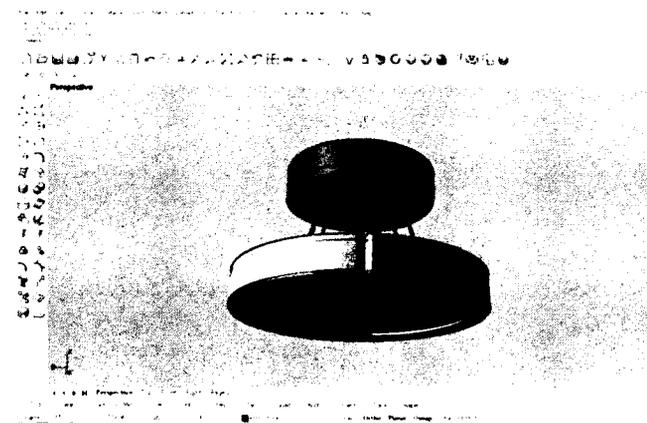
En la imagen se observan los elementos de soporte para el techo, se pueden ver los canales y los soportes, así como los barrenos en la parte superior de la segunda pieza.

- Una vez concluido el cuerpo y los soportes para el techo se dibujaron los tensores de acero y el cable de alimentación de las lámparas. Se dibujaron las distancias entre el cuerpo y los soportes y se armó todo el proyecto completo.

- Una vez que se concluyó el modelo se le presentó al coordinador y se observaron varios detalles, uno de ellos fue la distancia entre los soportes y el cuerpo de la lámpara era muy grande, tomando en cuenta esa observación se redujo el tamaño de los tensores.

- Se analizó el tamaño de las piezas del cuerpo y se aumentó el tamaño de los mismos para aumentar el espectro lumínico de las lámparas. Se analizaron los soportes de los techos y el cuerpo interno de las mismas.

- Finalizando este proceso se comenzó la fase de Renders, aplicándole los materiales correspondientes para obtener los resultados.



Primera imagen del diseño completo de la lámpara, sin las modificaciones de tamaño.

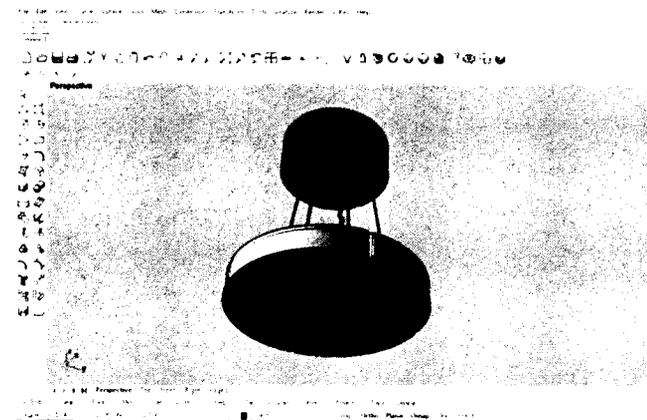


Imagen después de las modificaciones de tamaño.

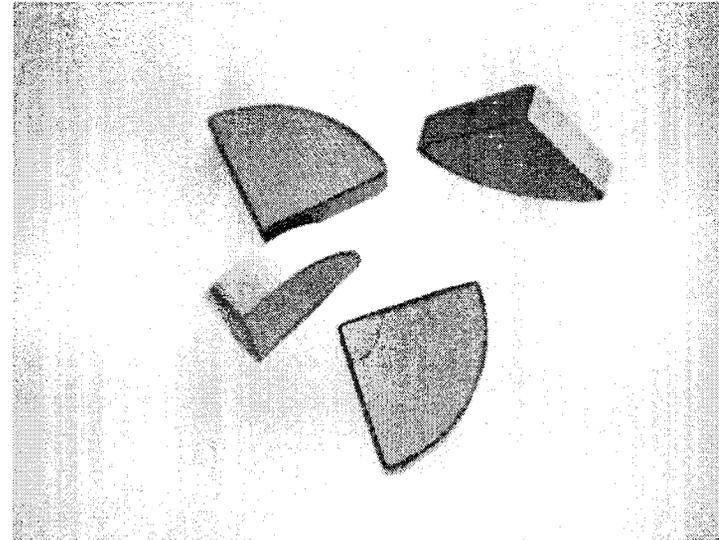
## MODELOS EN CARTÓN.

Cuando se concluyó el proceso de modelado 3D, se hicieron modelos en cartón, por dos factores importantes el primero de ellos como dinámica para ver los proyectos desde otro punto de vista, tocándolos y experimentando con ellos y el otro para crear el envase y el embalaje del mismo.

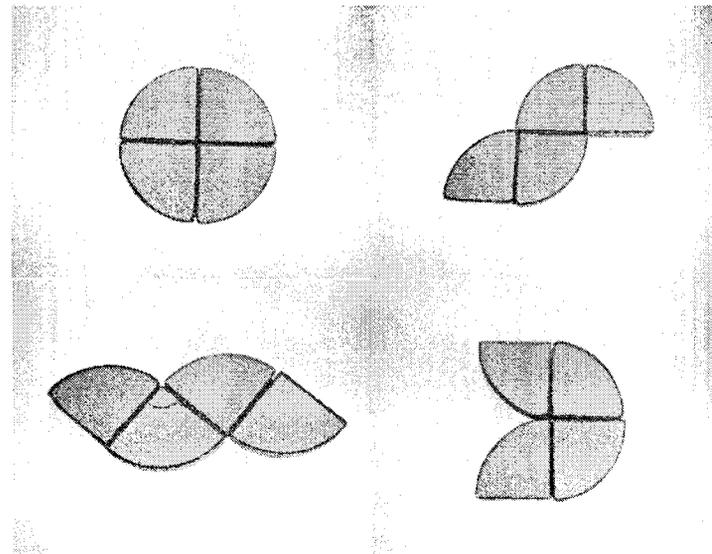
Se realizaron los modelos a Esc. 1:1 para ver las limitantes de los tamaños y las formas, se examinaron los modelos desde adentro hacia afuera como se realizó en el modelo 3D, pero esta vez de una forma táctil.

Se realizaron los cuatro módulos en cartón corrugado del grosor del material que propuse de polipropileno de 3mm, los soportes del techo se hicieron del mismo material que los módulos.

Una vez teniendo los módulos hechos se empezaron a crear formas y ver las delimitantes de las mismas.



Módulos hechos en cartón corrugado de 3mm.



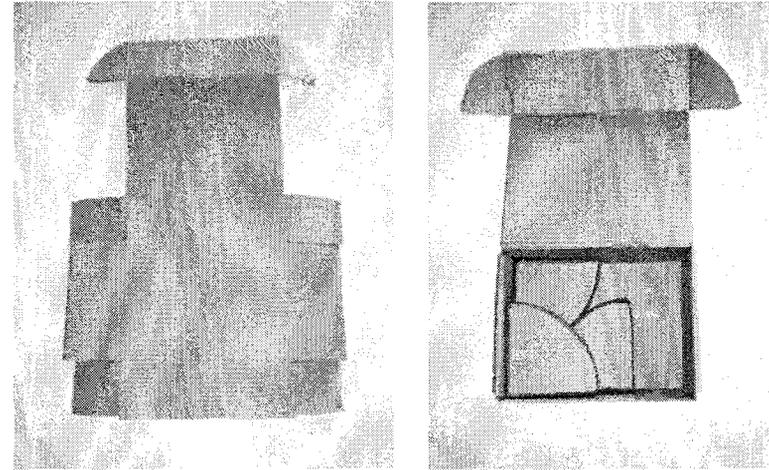
Diferentes formas creadas con los 4 módulos.

## ENVASE Y EMBALAJE

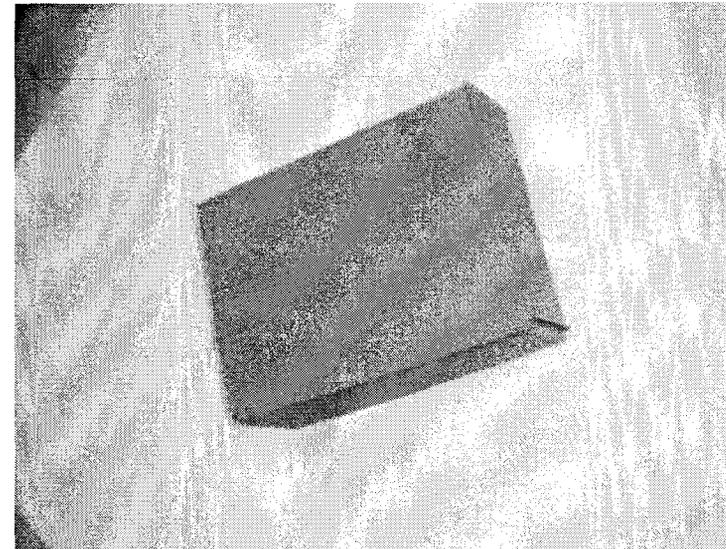
El otro factor que se pudo analizar con el cartón fue el diseño del envase y el embalaje del mismo. Delimitando que tipo de material se utilizaría para su empaque y su embalaje, como se organizarían las piezas, si van a ir separadas o en conjunto, que tendrían como separación entre uno y otro, etc.

Para el embalaje se pensó en una caja que no contara con ningún tipo de pegamento, que fuera de una sola pieza con dobleces, que a su vez tuvieran pestañas para una mejor sujeción al momento de doblar. La caja se hizo de cartón corrugado rígido para crear una mejor estructura igual que el separador de las piezas del mismo.

Para el embalaje se pensó vender el sistema de iluminación como un KIT, este KIT contenía los cuatro módulos, los soportes para el techo y los cables de alimentación así como la tornillería del mismo.



Desarrollo de la pieza y módulos acomodados dentro de ella.



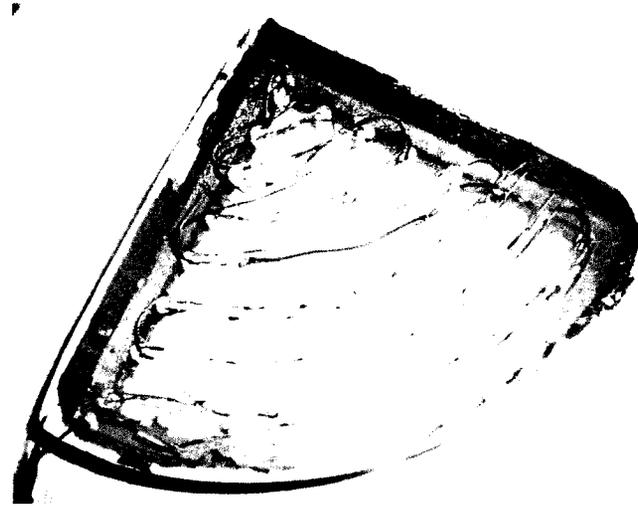
Embalaje completo del sistema de iluminación.

Realizado los modelos en cartón se resolvieron los problemas que se le encontraron y se realizó un modelo funcional, con LED de ultrabrillo se le colocó una pantalla difusora con su cable de alimentación.

Para el modelo funcional se requirió de la ayuda del Ing. en electrónica Oscar Alonso Sánchez el cual se encargó de los cálculos de las resistencias, de la cantidad de amperes, así como del nivel de Watts que se necesitaban para el modelo.

Se realizó con 39 LEDS blancos de ultrabrillo, el cuerpo de la luminaria se hizo de cartón corrugado y se le colocó un recubrimiento de rellador plástico para endurecer el cuerpo y tener un acabado similar al material propuesto.

La luminaria estaba constituida por el cuerpo estructural, el soporte para los LEDS y la base para la pantalla ésta última se consideró un problema, por la siguiente razón: Analizando el modelo funcional con el profesor de modulo, se le encontró un problema en la pantalla.



Conexión de LEDS en paralelo



Modelo encendido

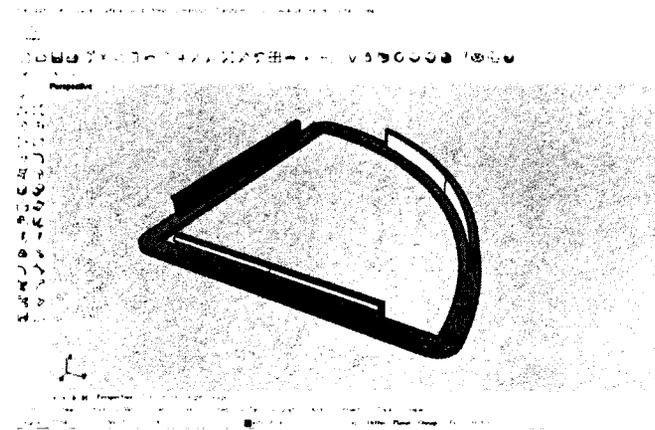
Dicho problema se caracterizaba al momento de cambiar la pantalla, en caso de que esta se quebrara, para hacer esto se tenía que quitar todos los elementos internos: la placa de LED, la placa de la fuente, y la tapa de la luminaria, y esto complicaría el trabajo para su mantenimiento.

Pensando las posibles soluciones se llegó a la conclusión de que la base de la pantalla tenía que ser un elemento independiente de la luminaria, para que con mayor facilidad se pudiera cambiar la pantalla en caso de algún incidente.

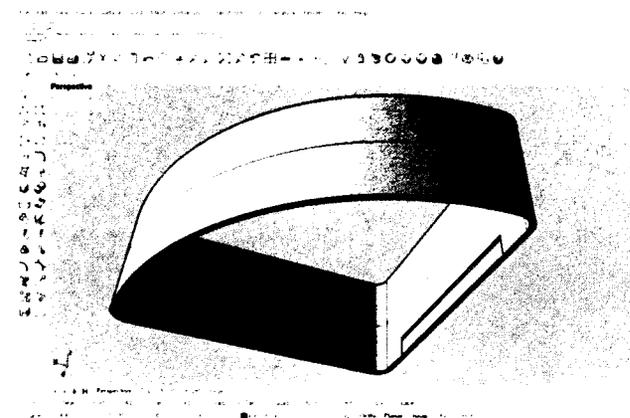
Entre las posibles soluciones a este problema se encontraron dos que pueden servir para solucionar dicho conflicto, el primero constaba de elementos de sujeción (tornillería) en los tres extremos de la estructura, pero esta solución implicaría que el usuario tendría que tener herramientas para quitar dichos elementos.

La otra opción era por medio de elementos que hicieran un "click" al momento de juntar con el cuerpo de la luminaria con la base y esta sería una forma más rápida para cambiar la pantalla.

Se comenzó el modelado 3D de la pieza independiente, se dibujó el contorno y el grosor de la misma y se le diseñaron los elementos de sujeción.



Base de la pantalla con los elementos de sujeción.



Ranuras para los elementos de sujeción

Una vez resuelto el problema de la pantalla, se integró un nuevo módulo al sistema, un elemento cuadrado que sería el encargado de suministrar la energía a todo el sistema, se colocaría como parte central, a este módulo se le integraría la fuente principal que alimentaría a los 4 elementos y cada uno de ellos se colocaría en cada cara del cuadrado, alimentados por “PLUGS” (elementos para alimentación de energía).

Se modeló el nuevo elemento en 3D y se analizó con los demás componentes del sistema, notando que conserva la misma simetría que antes y haciendo de este sistema un elemento más original de iluminación.

Otro elemento que se le añadió al sistema fue un tubo interconectado al soporte del techo con el nuevo elemento del sistema, por el cual pasarían los cables de alimentación a la corriente directa, esto haría de la forma un elemento más limpio.

Otra función del tubo es hacer más fuerte el soporte del sistema de iluminación y así hacer un elemento más seguro.

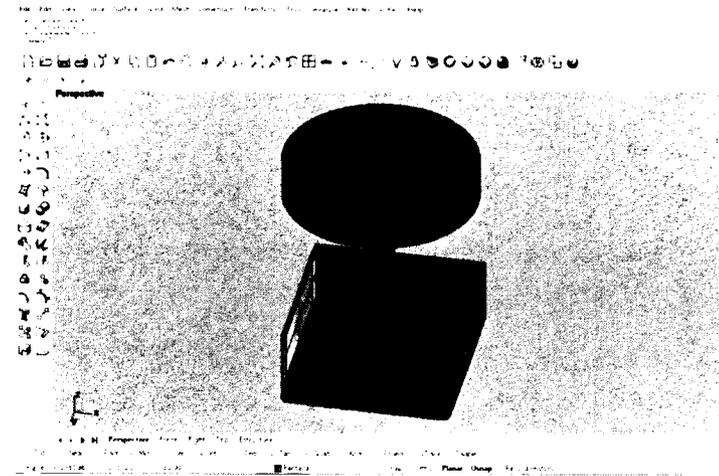


Imagen del nuevo elemento del sistema.

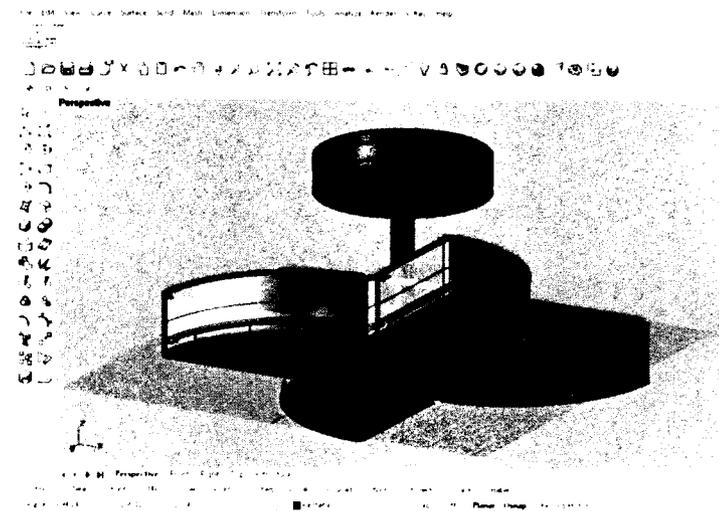


Imagen del sistema de iluminación completo.

## RENDERS.

Realizado el modelo final, se comenzó la etapa de Renders, aplicándole los materiales propuestos y creando escenarios para ver los resultados con ambientación.





**PROCESO DE PRODUCCIÓN.**

El proceso de producción es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada (conocidos como factores) pasan a ser elementos de salida (**productos**), tras un proceso en el que se incrementa su valor.

Cabe destacar que los factores son los bienes que se utilizan con fines productivos (las materias primas). Los productos, en cambio, están destinados a la venta al consumidor o mayorista.<sup>12</sup>

El proceso de producción del sistema de iluminación está diseñado para realizarse en polipropileno por medio de inyección de plástico<sup>13</sup>, esto para una producción en serie, de la cual se necesitarían 3 moldes de inyección para los

---

<sup>12</sup> <http://definicion.de/proceso-de-produccion/> dato obtenido el día 25 de marzo del 2012.

<sup>13</sup> El proceso de inyección de plástico consiste en calentar los pellets de un material termoplástico para transformarlos en un tipo masa a través de un cilindro de plastificación, dándole la forma final al molde. Cuando el plástico está en el molde se enfría por medio de circuitos donde fluye agua y finalmente se abre el molde para obtener una pieza sólida.

<http://www.quiminet.com/articulos/introduccion-a-los-moldes-de-inyeccion-de-plastico-31572.htm>

elementos que forman el cuerpo de la misma (tapa, estructura y base de la pantalla).

El costo por los tres moldes es de \$ 11,500.<sup>00</sup> y el costo por pieza varía entre los 5 y 10 pesos dependiendo de la pieza, si hablamos de una producción en serie la inversión del sistema de iluminación se recuperaría en un tiempo aproximado de 3 años.

Para la colocación de los sistemas electrónicos se necesita equipo especial para realizar la soldadura de los LEDs en paralelo. Así como maquinaria para la fuente interna del módulo central.

Para el canope se utilizará lámina galvanizada cal. 24, por medio de troquelado, para el tubo se necesitara tubular cal.

18.

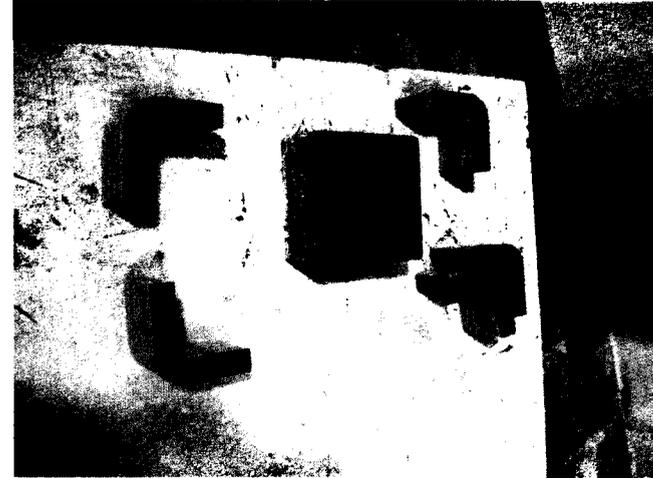
- Para fines educativos cabe aclarar que solo se fabricara un solo sistema de iluminación, esto por no requerir *por el momento* de una producción en serie.

Para este prototipo de utilizar acrílico blanco, para simular el polipropileno que se propuso, se utilizó corte láser para los cortes de las piezas.

- Para formar el cuerpo de las luminarias se necesitó ayuda de un molde con contra moldes, estos se realizaron en MDF de 12mm con ayuda de una plantilla cortada con Láser y Router.

- Para el doblado de las piezas se necesitó de una dobladora de acrílico y una bandeja con agua para enfriarlo.

Para el doblado de las piezas se necesitó ayuda de un persona más para sujetar los contra moldes. Esto solo para el doblado del cuerpo.



Molde con contra moldes del elemento central de la luminaria.



Tiras de acrílico cortadas en láser para doblar

En las siguientes imágenes se presentará el proceso de los dobles de las piezas del módulo.



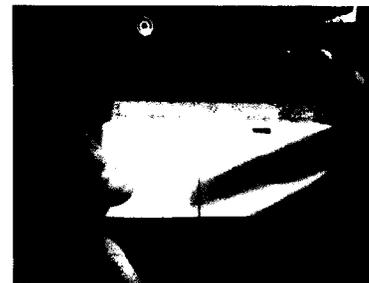
1. Calentado del acrílico para doblar



4. Ultimo dobles del acrílico.



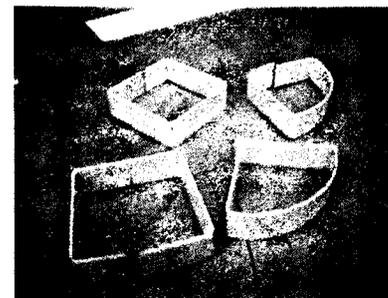
2. Doblado del acrílico por medio de los moldes.



5. Dobleces completos.



3. calentado del acrílico para los sig. dobleces-



6. Dobleces terminados y listos para pegar.

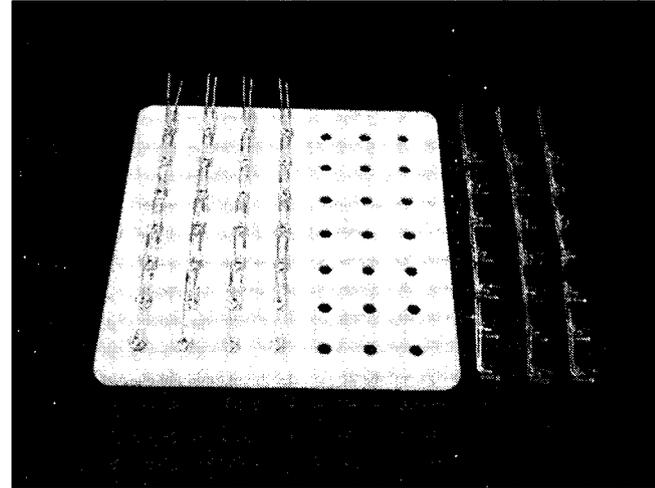
## SISTEMAS ELÉCTRICOS

- El soldado de los LEDS se llevó a cabo manualmente con una pistola de soldar con pasta y soldadura, se unio uno por uno para crear titas en paralelo y a si vez crear la malla con los 49 LEDS por modulo.

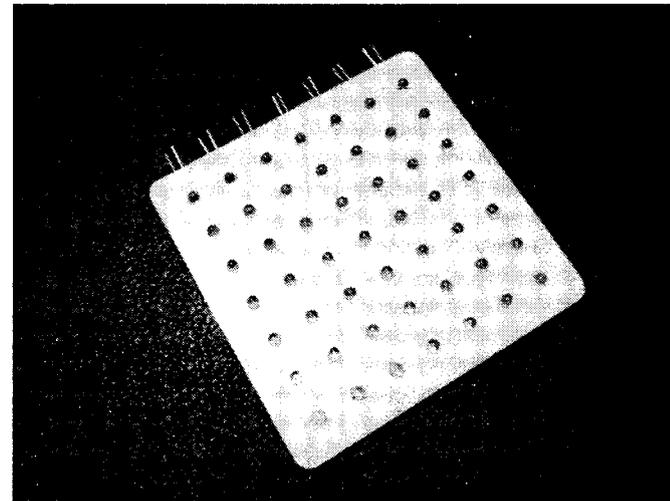
- Una vez teniendo la malla de LEDS soldados se coloco la resistencia y se conectó la fuente y esta al cable de alimentación.

- Teniendo todos los circuitos conectados se le inserto una hoja de acrílico de 1mm a la placa de LEDS para protegerlos del polvo y así mejorar su rendimiento y duración de vida.

- Para el armado de los módulos se necesitó de pegacril para pegar las piezas de acrílico, una vez pegadas se armaron las los módulos con los LEDS.

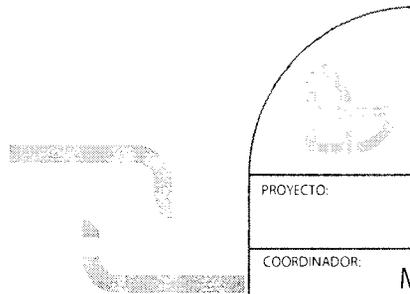
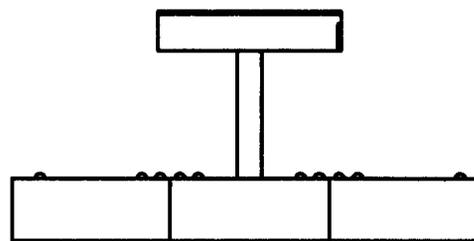
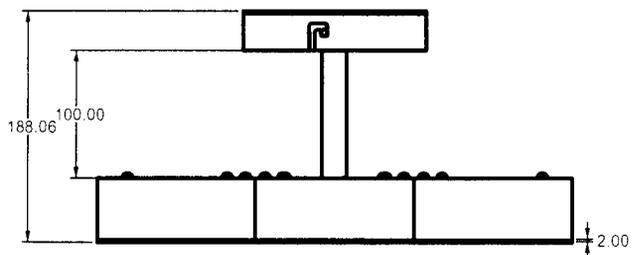
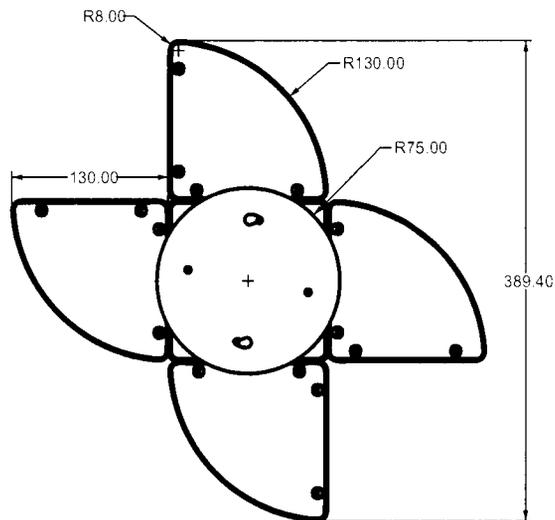


Soldado de LEDS en paralelo



Placa de LEDS soldada

# PLANOS

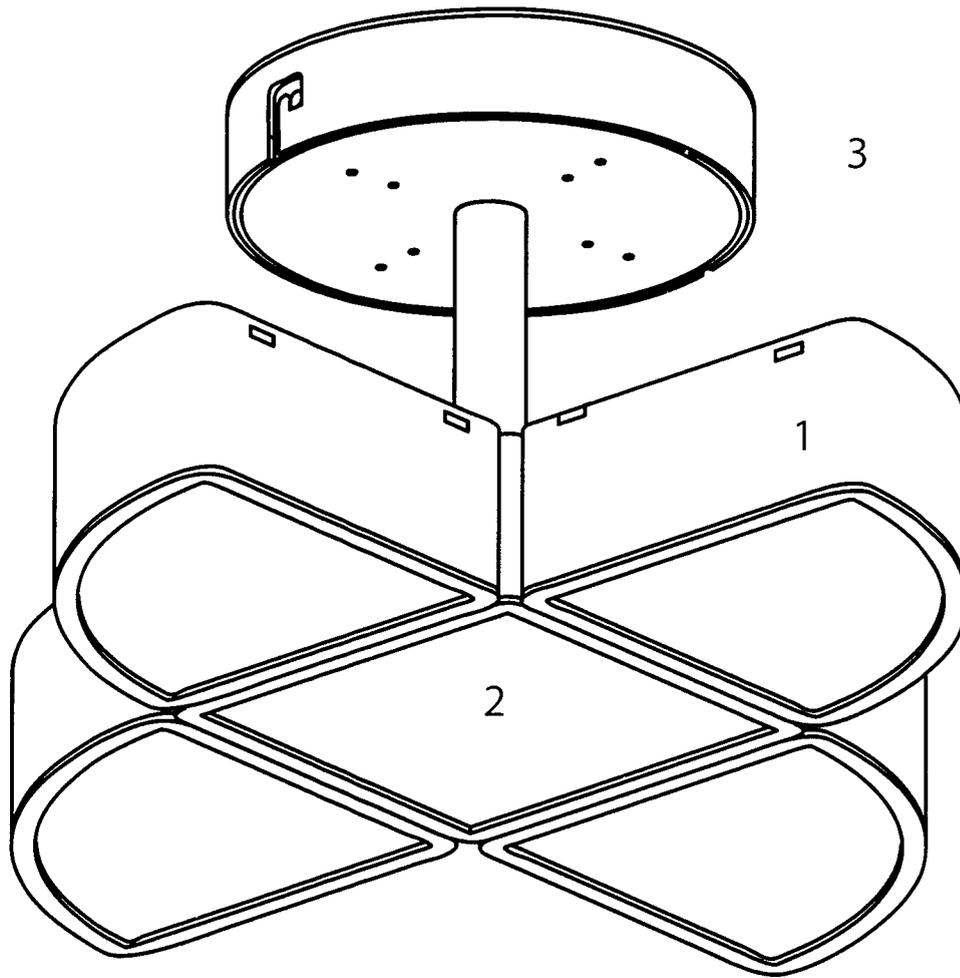


Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Xochimilco

ALUMNO: Eduardo Flores Olivares GRUPO: AL 01 I

PROYECTO: LUX TITULO: Vistas generales N.º 01

COORDINADOR: Mtro. en D. I. Julio César Séneca Güemes ESCALA: 1:5 FECHA: ABRIL 2012



### Sistema LUX

Pza	Componentes	Cantidad
1	Modulo triangular	4
2	Modulo cuadrado	1
3	Canope c/ soporte	1

Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Xochimilco

ALUMNO:

Eduardo Flores Olivares

GRUPO:

AL 01 I

PROYECTO:

LUX

TITULO:

Isometrico

N.º

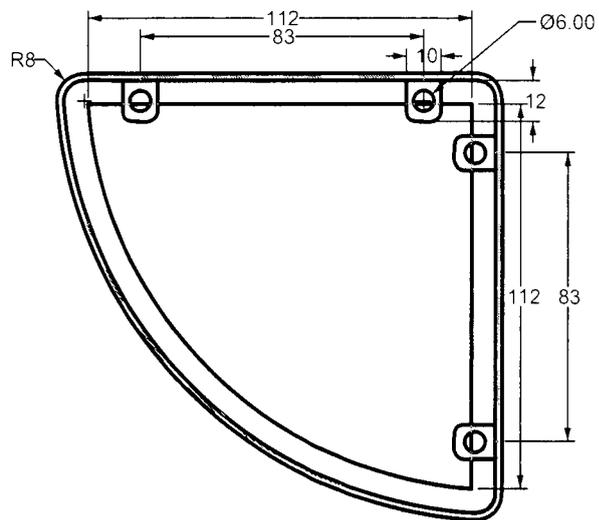
02

COORDINADOR:

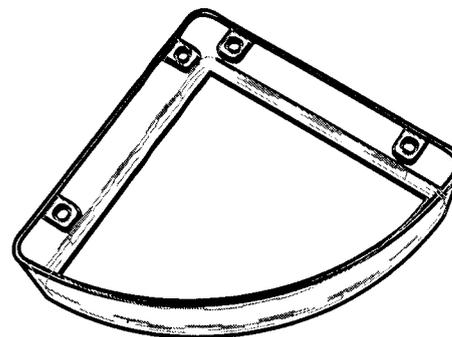
Mtro. en D. I. Julio César Séneca Güemes

ESCALA:1:5

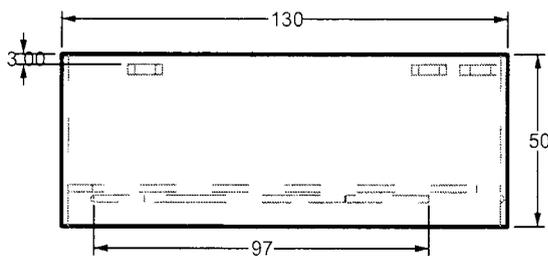
FECHA: ABRIL 2012



Vista Superior



Isometrico



Vsita Frontal



Vista lateral derecha

Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Xochimilco

ALUMNO:

Eduardo Flores Olivares

GRUPO:

AL 01 I

PROYECTO:

LUX

TITULO:

Vistas generales Pza 1

N.º

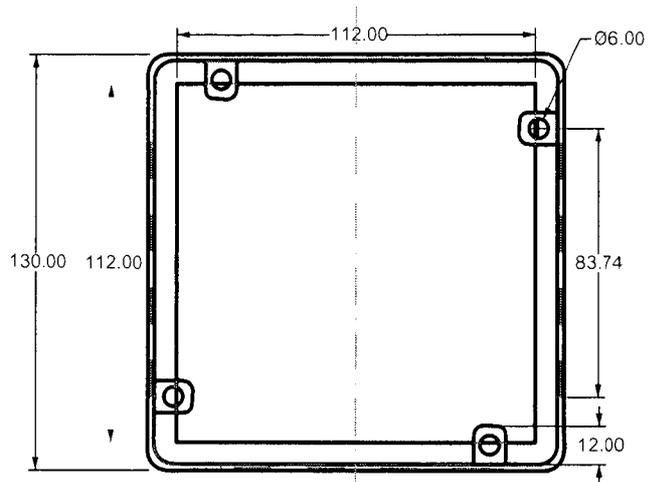
03

COORDINADOR:

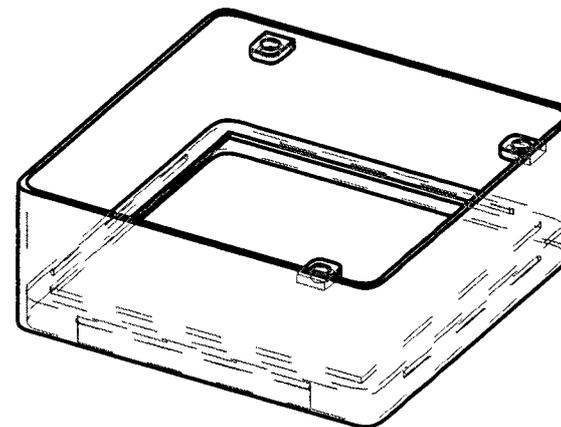
Mtro. en D. I. Julio César Séneca Güemes

ESCALA: 1:2

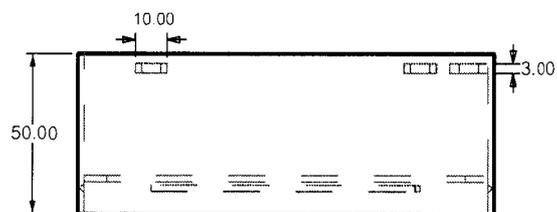
FECHA: ABRIL 2012



Vista Superior



Isometrico



Vsita Frontal



Vista lateral derecha

Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Xochimilco

ALUMNO:

Eduardo Flores Olivares

GRUPO:

AL 01 I

PROYECTO:

LUX

TITULO:

N.º

Vistas generales Pza 2

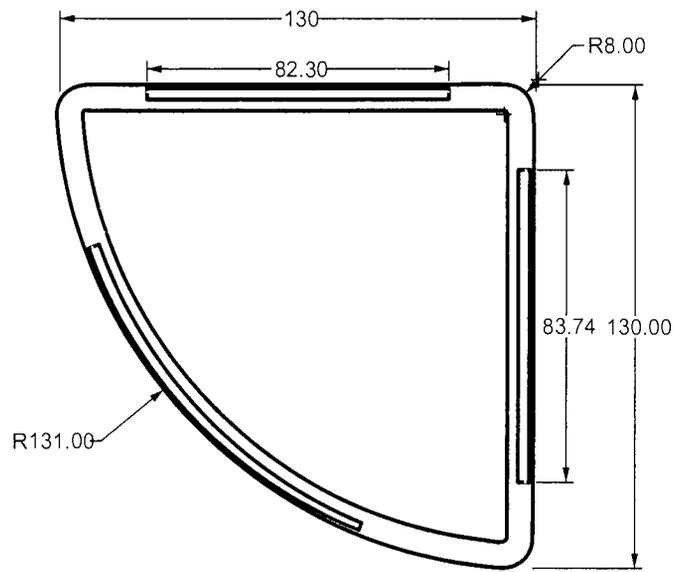
04

COORDINADOR:

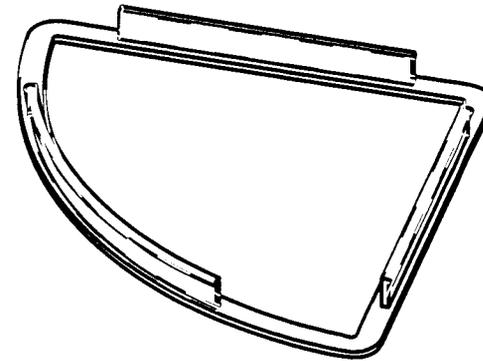
Mtro. en D. I. Julio César Séneca Güemes

ESCALA: 1:2

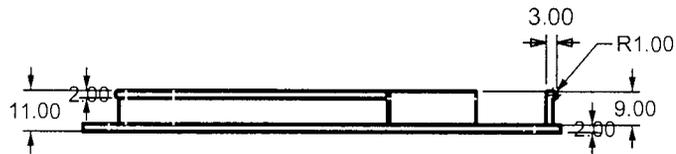
FECHA: ABRIL 2012



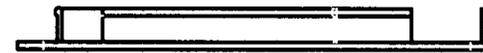
Vista Superior



Isometrico



Vsita Frontal



Vista lateral derecha

Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Xochimilco

ALUMNO:

Eduardo Flores Olivares

GRUPO:

AL 01 I

PROYECTO:

LUX

TÍTULO: Vistas generales  
soporte pantalla

N.º

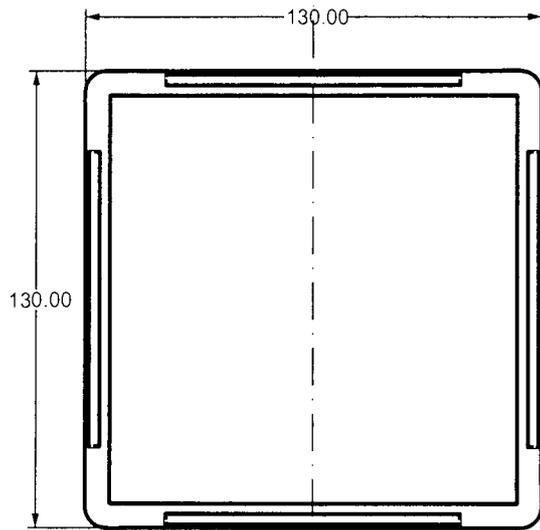
05

COORDINADOR:

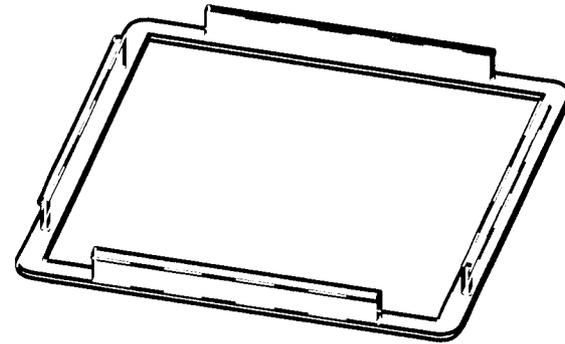
Mtro. en D. I. Julio César Séneca Güemes

ESCALA: 1:2

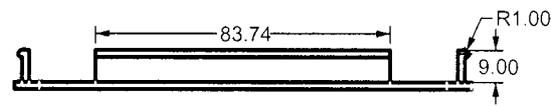
FECHA: ABRIL 2012



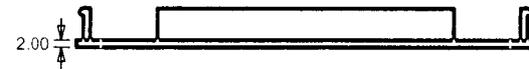
Vista Superior



Isometrico



Vsita Frontal



Vista lateral derecha

Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Xochimilco

ALUMNO: Eduardo Flores Olivares

GRUPO: AL 01 I

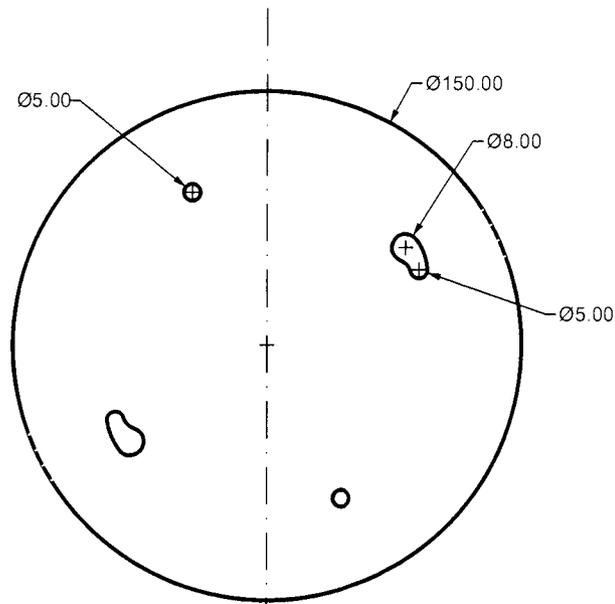
PROYECTO: LUX

TITULO: Vistas generales N.º  
Soporte pantalla 06

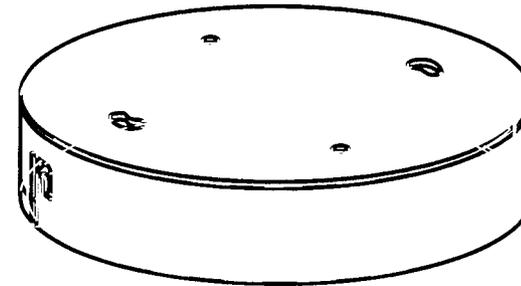
COORDINADOR: Mtro. en D. I. Julio César Séneca Güemes

ESCALA: 1:2

FECHA: ABRIL 2012



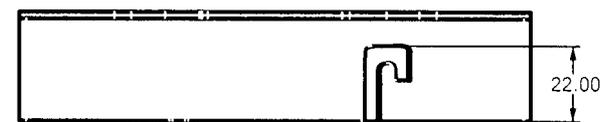
Vista Superior



Isometrico



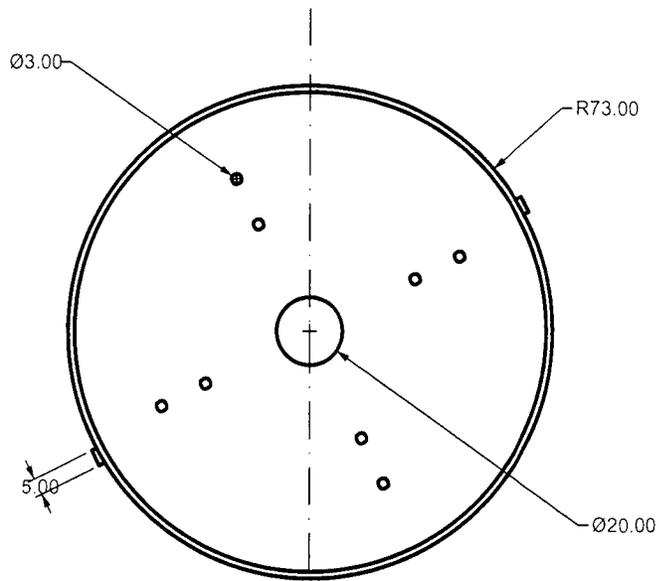
Vsita Frontal



Vista lateral derecha



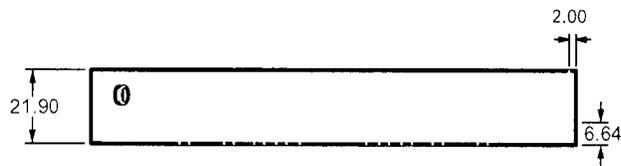
	<b>Universidad Autónoma Metropolitana</b> Unidad Xochimilco	
	ALUMNO: Eduardo Flores Olivares	GRUPO: AL 01 I
PROYECTO: LUX	TITULO: Vistas generales canope N.º 07	
COORDINADOR: Mtro. en D. I. Julio César Séneca Güemes	ESCALA: 1:2	FECHA: ABRIL 2012



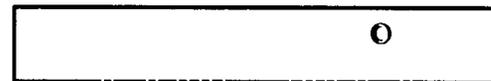
Vista Superior



Isometrico



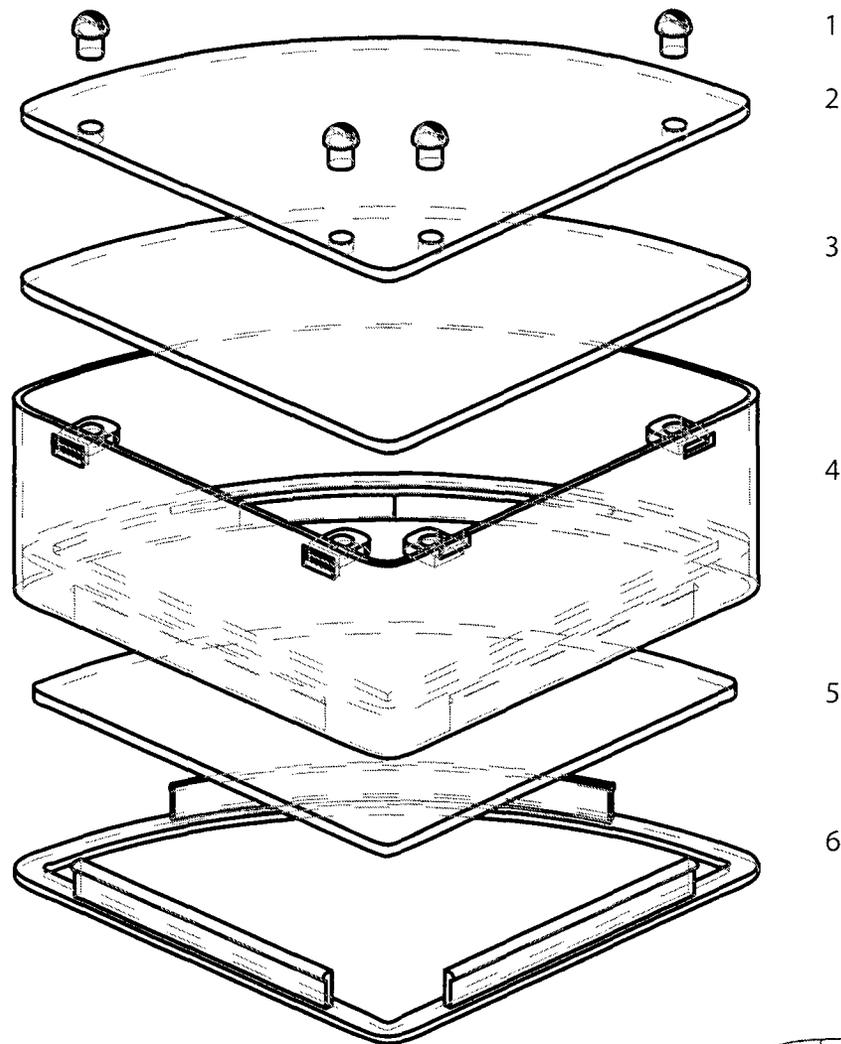
Vista Frontal



Vista lateral derecha



	<b>Universidad Autónoma Metropolitana</b> Unidad Xochimilco	
	ALUMNO: Eduardo Flores Olivares	GRUPO: AL 01 I
PROYECTO: LUX	TITULO: N.º Vistas generales Canope 08	
COORDINADOR: Mtro. en D. I. Julio César Séneca Güemes	ESCALA: 1:2	FECHA: ABRIL 2012



N°	Descripción	Cantidad
1	Tornillos para tapa	16
2	Tapa	4
3	Placa de LED	4
4	Estructura	4
5	Pantalla	4
6	Soporte pantalla	4

Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Xochimilco

ALUMNO:

Eduardo Flores Olivares

GRUPO:

AL 01 I

PROYECTO:

LUX

TÍTULO:

Explosivo Pza 1

N°

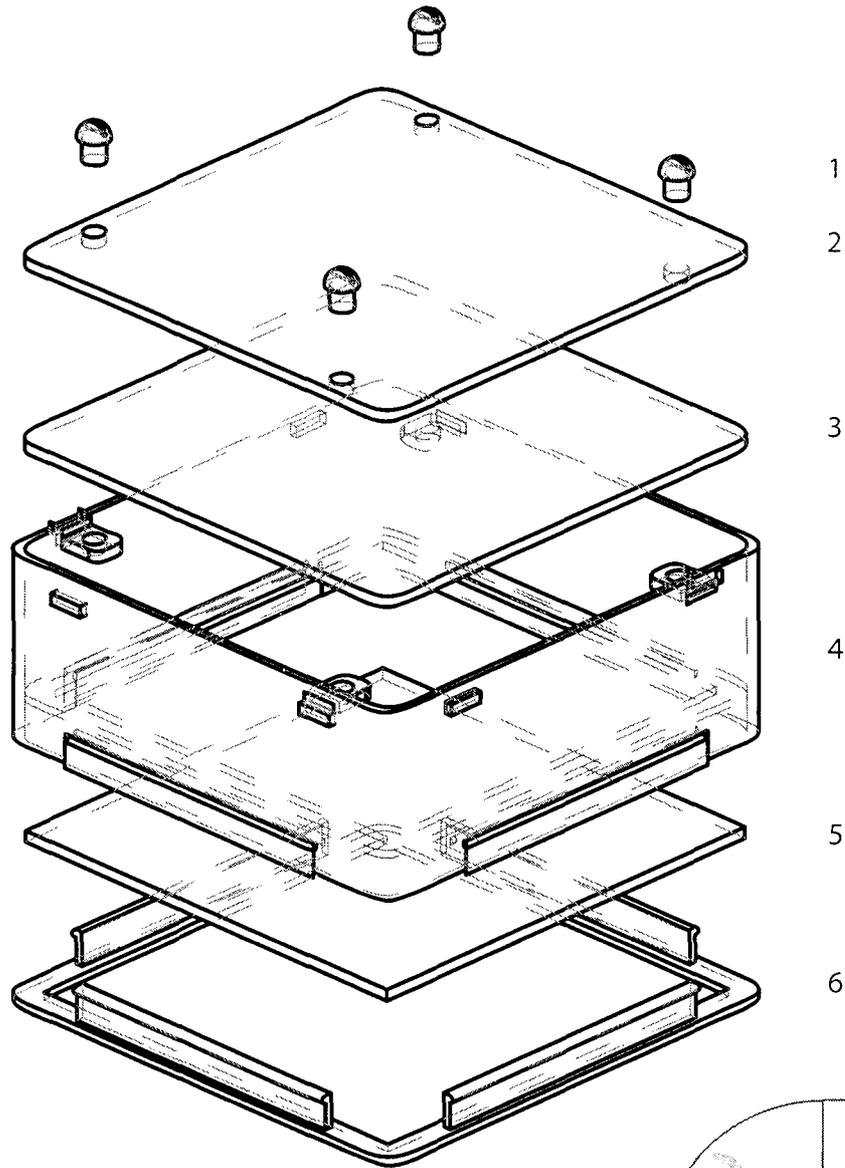
09

COORDINADOR:

Mtro. en D. I. Julio César Séneca Güemes

ESCALA: 1:2

FECHA: ABRIL 2012



N°	Descripción	Cantidad
1	Tornillos para tapa	4
2	Tapa	1
3	Placa de LED	1
4	Estructura	1
5	Pantalla	1
6	Soporte pantalla	1

Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Xochimilco

ALUMNO:

Eduardo Flores Olivares

GRUPO:

AL 01 I

PROYECTO:

LUX

TÍTULO:

Explosivo Pza 2

N°

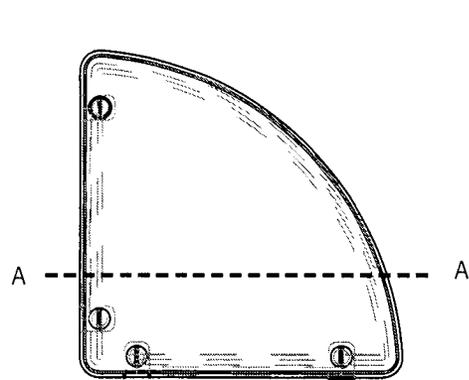
10

COORDINADOR:

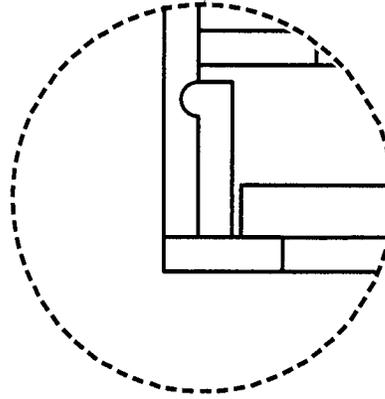
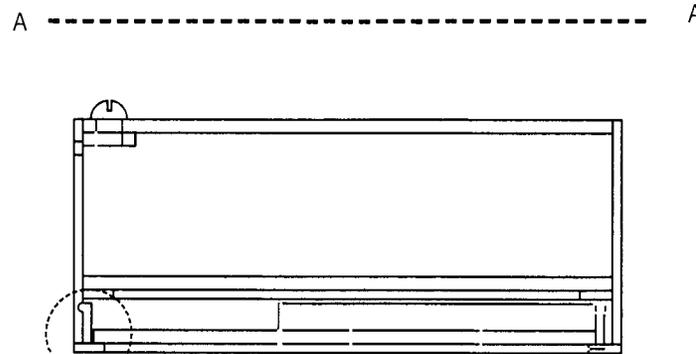
Mtro. en D. I. Julio César Séneca Güemes

ESCALA: 1:2

FECHA: ABRIL 2012



Detalle de corte A-A



Detalle de mecanismo de soporte de pantalla



	<b>Universidad Autónoma Metropolitana</b> <b>Unidad Xochimilco</b>	
	ALUMNO: Eduardo Flores Olivares	GRUPO: AL 01 I
PROYECTO: LUX	TÍTULO: Detalle de corte y mecanismo	N.º 11
COORDINADOR: Mtro. en D. I. Julio César Séneca Güemes	ESCALA: 1:2	FECHA: ABRIL 2012

## Conclusiones.

La propuesta de diseño obtenida cumple con los requerimientos funcionales establecidos, además de involucrar materiales y procesos constructivos que fueron elegidos en base a criterios de calidad, practicidad y durabilidad, lo cual genera resultados positivos en tiempos y costo de producción, así como la garantía de calidad en el tiempo de vida del sistema de iluminación.

Lo anterior fue evaluado y corroborado con la construcción de un modelo funcional a escala real con materiales y acabados similares a los propuestos en la solución final de diseño.

Por otra parte, tal evaluación permitió comprobar la factibilidad del diseño en un espacio similar a los andenes del STCM una vez realizando esto se dieron ajustes que una vez realizados permitieron la conclusión de una solución de mayor calidad.

Es importante mencionar, que la propuesta planteada, fue pensada para su integración en el STCM, con lo cual se cumple el objetivo de generar una solución particular a la problemática planteada.

## REFERENCIAS.

<http://www.metro.df.gob.mx/>

<http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=9>

[http://www.elombligodelaluna.com.mx/index.php?option=com\\_content](http://www.elombligodelaluna.com.mx/index.php?option=com_content)

<http://www.finanzas.df.gob.mx/presupuestal/detalleProyectos/09093110002%20Linea%2012.pdf>

<http://www.google.com.mx/search?tbm=isch&hl=es&source=hp&biw=1366&bih=674&q=estacion+pino+suarez&gbv=2&oq=estacion+pi&aq=1&aqi>

<http://www.ereco.com/homepage/start/en/>

<http://www.iluminet.com.mx/category/ambiente/>