

12  
24

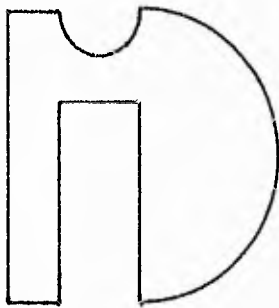
# SOPORTE OPTOMECÁNICO UNIVERSAL

PARA LABORATORIO DE OPTICA

Tesis que para obtener el Título de Licenciado en Diseño Industrial

Presenta:

**Gaston González Huerta**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

Bajo la Dirección de:

*Dr. Rosalía Langarica Lebre*  
*Ing. Ulrich Scharer Sauberli*

Y la asesoría de:

*Fis. Francisco Cobos G.*  
*Dr. Salvador Cuevas C.*  
*Ing. Fernando Garfias M.*  
*Dr. Carlos Soto G.*  
*Dr. Eduardo Reyes N.*  
*Arc. Arturo Treviño A.*

*"Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra institución educativa"*

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**

Coordinador de Exámenes Profesionales de la  
Facultad de Arquitectura, UNAM  
PRESENTE

EP01 Certificado de aprobación de  
impresión de Tesis.

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

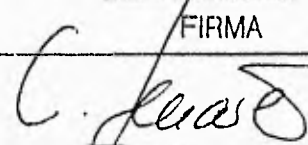
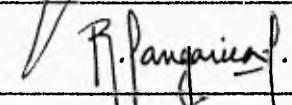
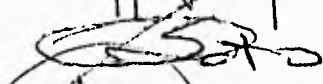
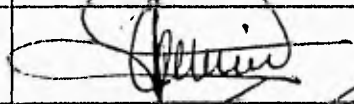

NOMBRE **GASTON GONZALEZ HUERTA** No. DE CUENTA **8955304-2**

NOMBRE DE LA TESIS **Soporte optomecánico universal para laboratorio de óptica**

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 199\_\_ a las \_\_\_\_\_ hrs.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Ciudad Universitaria, D.F. a 18 Septiembre 1996

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE ING. ULRICH SCHARER SAUBERLI	
VOCAL D.I. ROSALIA LANGARICA LEBRE	
SECRETARIO D.I. CARLOS SOTO CUIEL	
PRIMER SUPLENTE ARQ. ARTURO TREVIÑO ARZIMENDI	
SEGUNDO SUPLENTE D.I. EDUARDO REYES ARROYO	

M. EN ARQ. XAVIER CORTES ROCHA  
Vo. Bo. del Director de la Facultad

*Porque este trabajo (y muchas cosas más) no hubieran sido posible sin ustedes se los dedico con toda mi gratitud*

*Gaston Rosa Carlos Mariana Oscar "los GonzalezHuerta"*

Muchas gracias siempre a los que siguieron de cerca este trabajo y me regalaron un poco de su oficio

*Rosalía Langarica L.  
Ulrich Scharer S.  
Horacio Duran N.  
Fernando Garfias M.  
Pablo Sotelo D.  
Francisco Cobos G.  
Salvador Cuevas C.*

A las personas e instituciones que confiaron en mí y que apoyaron este proyecto

*Rosalía Langarica  
Margarita Rosado  
Mauro Moysen  
Antonio Garcia Barreto  
Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA)  
Fundación UNAM  
Programa de Iniciación temprana a la Investigación y a la Docencia (PITID)  
Todo el Personal y los Servicios del Instituto de Astronomía de Ciudad Universitaria  
Todo el Personal del Centro de Investigaciones de Diseño Industrial  
A La UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO y todas sus servicios*

Mi respeto y agradecimiento a mis maestros y amigos que participaron de esta experiencia.

Taller de Metalmecánica CIDI  
*Profesor Carlos Ramírez Mendiola  
Profesor Antonio Hidalgo*

Laboratorio de Fotografía CIDI  
*Alejandro Deschamps  
Tania Vázquez*

Taller de Madera CIDI  
*Profesor Alejo Martínez*

Taller de Plásticos  
*Sergio Hernández*

Cómputo CIDI  
*Enriqueta Tapia  
Maribel Alonso  
Gustavo Lavín*

Laboratorio de Óptica IA  
*Franco Pérez  
Carlos Tejada*

Laboratorio de Vacío IA  
*Carlos Espejo  
Salustio González*

Taller Mecánico de Precisión IA  
*Silvio Tinoco  
Maestro Pineda*

Laboratorio de Electrónica IA  
*Gerardo Lara  
Fernando Angeles*

Diseño y Comunicación Gráfica IA  
*Alberto García*

La Cafetería de Diseño (CAFE-DISEÑO) y todo su personal  
*Armando (gran apoyo)  
Carlos*

*A los que de uno u otro modo le entraron*

*OctavioGonzalezFranciscoVargasLorenaAriasErickaSohnMonica  
BenitezLazaroDInerRosaOrtegaCarlosOrtegaGiovannaRecciaIn  
esRicaldePatriciaPulidoSergioMartaMendezGabrielaPlccinelliRo  
cioElisabethMarcoAntionioBiblioCIDIErnestoMurrietalvanTitoCarril  
loHenrietteZlrpinsTitiaSpreyCarlosTejadaPatriciaCarranzaEnrique  
GonzalezCasanovaSusanaBiroJulioCesarMargainMauricoMoys  
enMarcoMartosMartaRuizMarcelaEstradaDavidGrafRogelioyCe  
sarNavaRositaLeonEguialisAgustinPlasticosRicardoMetalesLosch  
uchulucosdenlatardeJesusEnzastigaOmarmoralesZainVirgilioAre  
nas1&2Pepe"loco"FrancoFrancoLislzquierdoJimocconnorJuanPri  
etoAdrianaRemusCanekSaemishOscarGonzalezConstantinoLan  
daAlfredoSantillanaEnriqueCabreraSantiaguitoBernalDomusVal  
erioLandaCraftsAbitareAlbertoGonzalezdeCossioAlbertoGarcia  
BarretoRafaelVillaurrutiaGloriaPerezGuillermoGarciaSeguraAna  
belArrieta*

## INTRODUCCIÓN

Pag

1. EL LABORATORIO	4
2. EL DISEÑO OPTOMECANICO	7
3. LA OPTICA GEOMETRICA	8
4. LAS SUPERFICIES	9
5. EL SISTEMA OPTICO	11
6. SISTEMAS DE MONTURAS	29
7. CONDICIONES GENERALES PARA EL DESARROLLO DEL OBJETO DE DISEÑO	31
8. CONDICIONES PARTICULARES PARA EL DESARROLLO DEL OBJETO DE DISEÑO	33
9. OBJETIVOS DE DISEÑO	35
10. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO	39
11. LOS ACCESORIOS	46
12. ANALISIS DE FUNCION DEL SOPORTE	53
13. LA FORMA DEL SOPORTE	62
14. BOCEOS	
15. PLANOS	
16. EL COSTO DEL SOPORTE	63
17. CONCLUSIONES	66
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFIA	



*Yo no busco...  
encuentro!!*

Pablo Picasso

## **"Welcome to no man's land" (Mc Koy 1991)**

*Bienvenido a la tierra de nadie*

### **INTRODUCCIÓN**

Cuando le preguntaron a Heinrich Rohrer, qué tenía de especial el Laboratorio de Investigaciones de IBM en Zurich por haber producido Premios Nobel durante dos años consecutivos, Rohrer respondía: el premio Nobel es otorgado a personas que han tenido éxito en un proyecto verdaderamente innovador y no a un laboratorio.

Un laboratorio, no produce ganadores de premio Nobel simplemente porque así tenga que ser. Sin embargo un laboratorio puede atraer a muy buenos investigadores y proveerlos de un ambiente estimulante, tanto que uno de ellos pueda ganar el premio Nobel.

En su caso, nos dice: "el laboratorio de IBM nos provee de un muy buen ambiente, favorable a nuestra investigación, y ofrece a los investigadores las facilidades y los medios necesarios para conducir libremente su investigación y en la dirección que ellos desean".

Esto quiere decir que el laboratorio les ofrece las posibilidades de dedicarse plenamente a sus estudios sin exponerse a demasiada presión del exterior, lo cual significa que no tienen que dedicarse constantemente a las promesas de resolver un problema después de otro. Las promesas dan esperanzas, y las esperanzas dan más y más promesas. Por supuesto que los científicos tienen que vivir con las esperanzas de aquellos que los apoyan, pero es importante que las esperanzas estén en armonía con lo que los científicos puedan hacer y estén haciendo.

Quise comenzar con este extracto de la entrevista realizada a Heinrich Rohrer, premio Nobel de Física en 1986, por considerarlo un ejemplo de la investigación consagrada y por representar el argumento que ejemplifica mejor la razón de este trabajo de tesis. ¿Porqué que diseñar un Soporte Universal para elementos ópticos dirigido a laboratorio de óptica del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional? Por supuesto que no es para que alguno de los usuarios que allí trabaja, gane gracias a él, el Premio Nobel. Sin duda la contribución que este proyecto puede hacer al trabajo y a la trayectoria de un científico, es sólo uno de los tantos matices que dan color a su actividad.

Por definición, un laboratorio es una oficina o taller donde se hacen trabajos de índole técnica o de investigación científica. Para que esta labor se realice con eficiencia y productividad es necesario que el usuario de este "taller" cuente con el equipo y la infraestructura adecuada para llevar a cabo sus pruebas y experimentos

Este proyecto de tesis surge como una solución posible al conjunto de necesidades que hay dentro del laboratorio de óptica del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional, y específicamente a los problemas referentes a la instalación de los instrumentos, herramientas, dispositivos y equipo para el montaje de los elementos ópticos que forman parte de un arreglo para un experimento determinado.

La actividad que dedica el usuario del laboratorio para conformar un experimento con todas las partes que ello requiere, en ocasiones resulta engorroso por la variedad de problemas que se le presentan durante todo el proceso de instalación. La mayoría tienen que ver con la disponibilidad de los dispositivos mecánicos para manipular los elementos ópticos. El tiempo que invierte para tal efecto, redundaría en la productividad de la propia prueba y del proyecto.

En este laboratorio se encontró que algunas de las causas por las que el trabajo se ve disminuido tienen que ver con los procedimientos más elementales de instalación, montaje, aseguramiento y manipulación de todos y cada uno de los objetos que participan en el arreglo óptico.

La normalización de algunos de los procedimientos de instalación, la estandarización de formas, dimensiones, medidas y tipo de materiales y la comprensión global de la prueba y los requerimientos particulares de los elementos y del usuario, son quizás los aspectos más importantes que deben considerarse para lograr el mejor desempeño de todas las partes que actúan en la labor de experimentación.

Así pues, este proyecto de tesis pretende reunir en un objeto las cualidades funcionales más relevantes de ciertos accesorios y dispositivos comerciales que aislados, representan los problemas antes mencionados, pero que al ser integradas sus funciones en este Soporte Optomecánico Universal, facilita el trabajo dentro del laboratorio.

En el capítulo 1 intento ubicar al lector dentro del contexto del laboratorio, y familiarizarlo fundamentalmente con los términos que describen el proceso de instalación de los dispositivos óptomecánicos. En los capítulos 2 y 3 defino los conceptos de la optomecánica y ciertos fundamentos físicos relativos a la óptica y a los intereses del proyecto. El capítulo 4 nos habla del tipo de las superficies ópticas que existen, su geometría y su importante relación con la luz. En los capítulos 5 y 6 explico a detalle los diferentes elementos que integran un sistema óptico, sus características físicas, las diferencias geométricas, la relación que guardan con la luz y sus fenómenos así como con los sistemas mecánicos de soporte y montura comúnmente utilizados para manipular a los elementos.

En los capítulos 7 y 8 determino las condiciones generales y particulares del objeto de diseño en función de los argumentos dados en los anteriores capítulos. En el capítulo 9 puntualizo las principales objetivos de diseño del Soporte. En los capítulo 10 y 11 describo como opera físicamente el soporte y sus accesorios, cuales son sus características como sistema activo adaptable a los requerimientos especiales de los distintos grupos de elementos ópticos, cuáles son los subsistemas que lo integran, que relación guardan con el sistema principal y cómo funcionan. En los capítulos 12 y 13 se analiza el soporte como un desplegado visual de controles que permita entender al usuario la función de sus partes así como su uso y manipulación. En el capítulo 14 justifico las formas y trato de rescatar el valor estético y de gusto del objeto de acuerdo con las restricciones impuestas a todo lo largo del trabajo. En el último capítulo defino el costo del soporte como prototipo, justificando su valor comercial al compararlo con los productos comerciales semejantes.

## EL LABORATORIO

Dado que no existe un método establecido para instalar un experimento óptico debido a las diferencias entre uno y otro, describo a continuación una rutina de trabajo en el laboratorio así como las herramientas utilizadas en un experimento.

El **laboratorio de óptica** es un cuarto cerrado dentro del cual se halla el equipo de experimentación y se realizan las pruebas. La oscuridad es una de los principales aspectos a considerar dentro del desarrollo del diseño, ya que algunas pruebas operan con detectores extraordinariamente sensibles a muy bajos niveles de luz. Las otras condiciones se hallan en las posibilidades funcionales de los accesorios que intervienen en esta labor ya que muchos de ellos son muy especializados y no son suficientemente adaptables a ciertas necesidades que se van presentando durante la prueba como salvar espacio y aprovecharlo óptimamente o permitir el rápido posicionamiento de los elementos en los accesorios.

Estos aspectos aparecen como limitantes que tiene el operador en su desempeño y productividad dentro del laboratorio. Dependiendo del tipo de experimento que se vaya a realizar es el arreglo que se necesita. Así cada elemento se fija a una mesa de trabajo o "**mesa óptica**".

La **mesa óptica** es una superficie rígida y estable de forma rectangular de aproximadamente 1.80 x 1.20 x 1.10 mts. soportada por un sistema neumático que la aísla de vibraciones y movimientos que pudieran afectar a los objetos que se coloquen sobre ella. Esta superficie es de acero inoxidable y posee una red de barrenos que permite colocar a los accesorios y fijarlos desde su base mediante tornillos.



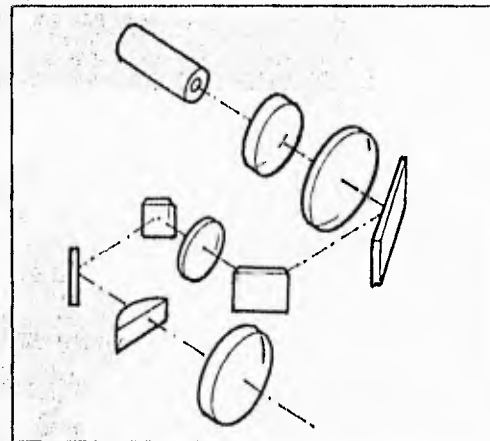
El usuario comienza por **fijar** a la mesa óptica uno o un grupo de **accesorios** que le permitan **sujetar** la fuente de luz. Esta proviene de un tubo de **rayo láser** cuyas dimensiones dependen del tipo de láser del que se trate.

El rayo láser posee ciertas características físicas por lo que es utilizado en diversos experimentos pero para fines prácticos diré que es un haz de luz continuo, visible, brillante y monocromático que describe una línea recta en el espacio lo que es muy útil para el experimentador ya que le permite **posicionar** y **alinearse** cada uno de los elementos ópticos. Hay experimentos en los que es necesario que el tubo del láser quede en posición perpendicular al plano de la superficie de la mesa óptica, pero es más frecuente en el laboratorio que el tubo se coloque paralelo al plano horizontal.

El experimentador sabe de antemano cuáles son los elementos ópticos que va a utilizar, de modo que coloca el tubo una altura tal que el haz corresponda con el **eje óptico** del elemento de mayor tamaño. Apartir de esto, medirá la distancia que debe haber entre cada elemento.

Para **posicionar** cada elemento, el experimentador lo toma con los manos protegidas con guantes y lo coloca en la posición más adecuada, asegurándose de que quede bien sujeto por el accesorio. Esta sujeción se logra a base de sistemas de ajuste con tornillería.

A partir de este momento, el experimentador **alineará** cada elemento de acuerdo con su **eje óptico**, el cual no es más que el punto por el que el haz de luz atraviesa la superficie óptica describiendo una línea recta que normalmente coincide con el eje geométrico de la figura sin sufrir ninguna desviación en su trayectoria, al abandonar el límite físico de la siguiente superficie del elemento.



El procedimiento de **alineación** requiere de gran destreza manual y sensibilidad visual por parte del experimentador pues cada elemento posee su propio centro óptico, así que el accesorio debe garantizar la **estabilidad** del elemento y también debe permitir hacer **ajustes finos**, por ejemplo: variar el ángulo del elemento con respecto a su eje óptico. Esto ayuda a conservar o a modificar la trayectoria del rayo de luz a su paso por el **medio óptico**.

Algunos dispositivos que operan en el laboratorio cumplen con las funciones de **sujeción**, **soporte**, **fijación** y **ajuste** para los elementos. Algunos de ellos sólo son soportes que no ofrecen la posibilidad de realizar ajustes o no es posible fijarlos adecuadamente. Así pues, son las propias necesidades de experimentación quienes han obligado al experimentador a utilizar otro tipo de accesorios para conseguir precariamente sus objetivos. Un ejemplo de éstos son las **pinzas** de tres articulaciones diseñadas especialmente para sujetar equipo de química, lo que no es muy adecuado para manejar los elementos ópticos ni tampoco muy cómodo para el usuario.

La **sujeción** se refiere al modo en que un elemento óptico, o una pieza mecánica queda contenida en un accesorio. Una vez que un elemento está sujeto por el accesorio es necesario sostenerlo mediante una estructura que actúe como **soporte**. Para asegurar a un cuerpo dentro de otro y limitar sus movimientos, con el fin de dejarlo en una posición definida, deben existir los mecanismos de **fijación**. El **ajuste** (del latín *ad*, *a*, y *iustus*, justo) se logra cuando es posible conformar o acomodar alguna parte del conjunto que forma al dispositivo de manera que no existan discrepancias entre sí.



## "The science might be pure, but the application is sometimes too human in its fallibility" (Dormer 1991)

*La ciencia puede ser pura, pero algunas veces su aplicación es demasiado humana en su falibilidad*

### EL DISEÑO OPTOMECANICO

Se puede decir que es a raíz del desarrollo de la tecnología en la creación de los vidrios con fines ópticos y de su aplicación en algunos instrumentos de topografía, de navegación o de astronomía, que comienza el incipiente desarrollo de la optomecánica. En el caso de la astronomía, son las diferentes pruebas quienes van exigiendo un tipo específico de arreglo entre todas las partes que conforman el experimento. Si un astrónomo necesita sistemas ópticos cada vez más grandes y complejos, que puedan sencillamente captar más luz, éstos necesitarían probarse en el laboratorio; y no es lo mismo sujetar una figura de menores dimensiones y peso a sujetar otras mucho mayores y considerablemente más pesadas.

"Para que los sistemas ópticos se desempeñen del modo planeado, se requiere del desarrollo de un diseño optomecánico, es decir, el sistema mecánico que le dará estructura al instrumento y posicionamiento exacto a cada elemento óptico". Esto es el **diseño optomecánico**. (Langarica, 1995)

Los elementos ópticos de un laboratorio agrupan principalmente: fuentes de luz, lentes, espejos, prismas, divisores de haz, fibra óptica, dispersores, polarizadores, filtros y detectores optoelectrónicos. Cada uno de ellos tienen un efecto particular en el comportamiento de la luz, aunque pueden tener formas geométricas semejantes.

El conocimiento de espejos planos y curvos así como de lentes cóncavas y convexas deriva de fuentes comunes en China, Mesopotamia, India y Egipto, pues en estas civilizaciones el manejo de la técnica del vidrio representaba una actividad económica y religiosa importante. Más tarde, en el Mediterráneo se comienza a especular y a formular leyes empíricas sobre la luz. Un ejemplo de esto lo tenemos con Pitágoras quien señalaba que la luz consistía en una serie de rayos que actuaban como sensores y que viajaban en línea recta del ojo al objeto, por lo que la "sensación" de la vista se lograba cuando dichos rayos alcanzaban el objeto. De esta manera el sentido de la visión comenzaba a ser explicado en términos de aceptar intuitivamente el sentido del tacto. Por su parte Euclides conocía el comportamiento de la luz en su interacción con un espejo. Se sabe que las primeras lentes fueron hechas de vidrio de ventaneria, el cual también era empleado para fabricar objetos de uso doméstico mediante la técnica del soplado. En esta sociedad artesanal el hierro fundido, las cerámicas y el vidrio laminado alcanzaban su esplendor en las aplicaciones artísticas. Así, la especialización de los artesanos fue notable y su habilidad para la ejecución de piezas utilitarias ganó lugar dentro de las ramas de la artillería, la topografía y más específicamente en la navegación, en estas actividades la noción y uso de patrones y medidas resultaba esencial para su actividad, más aún, el concepto de precisión para la realización y acabado de los instrumentos era cada vez más importante. Es el holandés Johan Muller quien promueve la fabricación de instrumentos para fines astronómicos aplicados en la navegación. Sin embargo no es hasta el siglo XVII cuando la revolución científica permite a científicos de Francia, Inglaterra, Alemania y Holanda a establecer las teorías sobre el comportamiento de la luz así como a un incipiente conocimiento tecnológico, que se procura crear un vidrio claro y limpio cuya manufactura fuera específica para aplicaciones ópticas. El procedimiento para hacer las primeras lentes con esos fines consistía en remover el vidrio mientras se fundía perfectamente y obtener una sustancia homogénea, la cual era enfriada lentamente y de manera controlada, una vez solidificada se fragmentaba en pequeñas piezas susceptibles de volverse a fundir y vaciarse en moldes de donde derivaba la geometría propia para su aplicación. Con el objeto de alterar las propiedades físicas de las lentes, se aplicaban diversas sustancias al material fundido, por ejemplo el óxido de Bario que incrementaba el efecto de refracción sin disminuir la dispersión de la luz o las tierras raras que incrementaban la calidad óptica de las lentes. En nuestros días, la economía de producción así como el desarrollo de nuevas tecnologías ha sido determinante para la aplicación de nuevos materiales para la óptica y ha permitido incrementar así el potencial de la investigación científica.

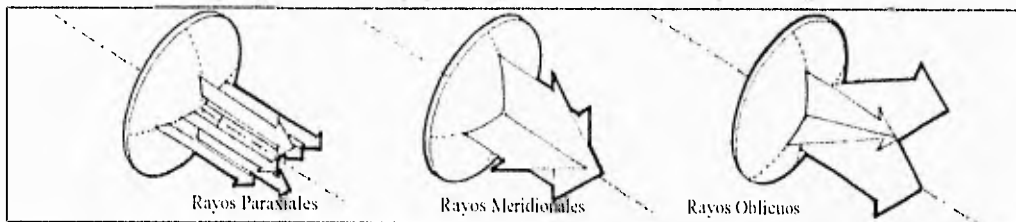


### 3 LA OPTICA GEOMETRICA

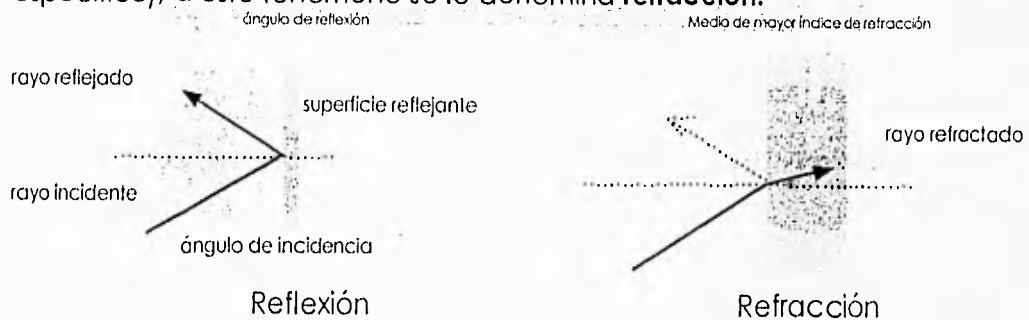
Para los propósitos de esta tesis es importante comprender que la luz en su desplazamiento posee ciertas características que pueden ser descritas desde un punto de vista geométrico, a esto se le conoce como **Óptica Geométrica**.

Así pues, a la luz, la podemos representar mediante **el rayo** que no es más que una representación gráfica del camino a lo largo del cual viaja. En su camino la luz puede encontrarse con **medios** o materiales como el vidrio, ciertos plásticos y algunos minerales. Los rayos viajan en cualquier dirección y ángulo y su trayectoria no cambia mientras el medio sea homogéneo.

A su paso por el elemento, los rayos son **paraxiales** cuando describen un trazo muy próximo y casi paralelo al eje óptico mientras que los **rayos meridionales** (photonics), caen en el plano que contiene al eje óptico de la figura. Por su parte, los **rayos oblicuos** van a cruzar diagonalmente al plano que forman los rayos meridionales para formar distintos puntos en el plano imagen



Si el rayo se dirige hacia una superficie o un medio se trata de un **rayo Incidente**. La **reflexión** (photonics) es el "rebote de una radiación en una superficie" y el **rayo reflejado** es el que abandona la superficie reflejante. Un rayo de luz que viaja en un medio con cierta densidad, al proyectarse sobre otro de diferente densidad, parte de él se refleja en la superficie y otra parte continúa su viaje a través del medio siguiendo una trayectoria con un ángulo y una dirección definidos (cada medio posee un índice de refracción específico), a este fenómeno se le denomina **refracción**.



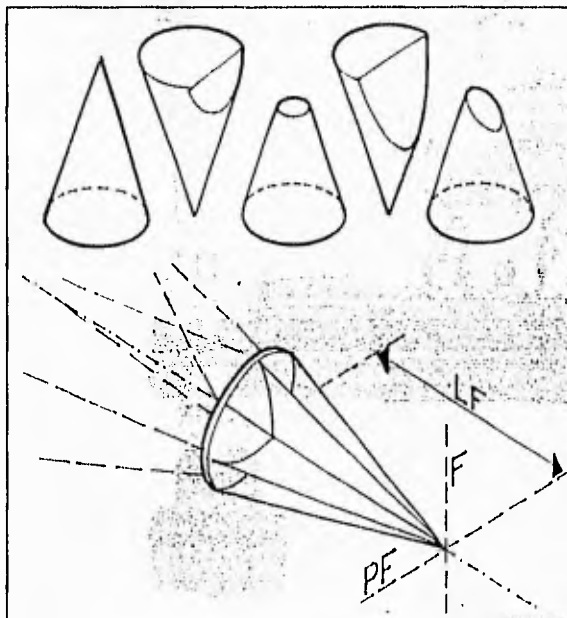
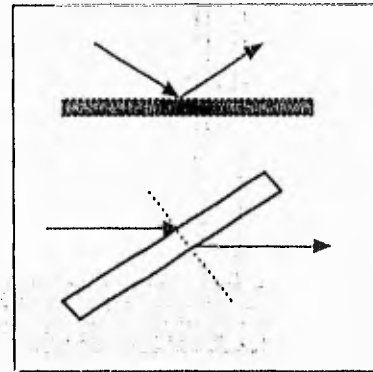
## "A surface is the invention of the devil" (W. Pauli)

Una superficie es la invención del diablo

### LAS SUPERFICIES

El límite físico que diferencia a dos medios ópticos se conoce como **superficie**. Este término agrupa a una serie de formas geométricas que permiten manipular la luz en su contacto y paso a través de ellas. Las superficies se dividen en dos grandes grupos: las **planas** y las **esféricas** y, como caso particular se encuentran las superficies **plano-paralelas**.

Las **superficies planas** son las más elementales de todas, pues le permiten a los rayos de luz cumplir con la reflexión en ángulo y dirección bien definidos. Las superficies **plano paralelas** permiten el paso del rayo a través de ellas ocasionando que éste emerja con un desplazamiento lateral y en un sentido paralelo con el que originalmente se proyectó cuyo ángulo de salida cambia de acuerdo al ángulo de entrada o de incidencia.



Las **superficies esféricas**, son aquellas que se derivan de **geometrías cónicas de revolución** y poseen un centro y un radio de curvatura definidos, así como un **punto**, una **longitud** y un **plano focal**.

Cuando el experimentador monta su arreglo óptico sobre la mesa, lo que busca con las superficies esféricas por ejemplo, es hacer **foco (F)** en algún punto de su sistema, es decir, hacer converger los rayos de luz en un sólo punto pues aquí se formará la imagen, es decir, en el **plano focal (PF)**. La distancia que hay

entre el punto focal y la superficie de donde emergen los rayos se conoce como la **longitud focal (LF)**. El experimentador puede colocar cualquier otro elemento óptico con el fin de manipular el haz de luz.

Se utilizan las **superficies esféricas, elípticas, hipérbolicas o parabólicas**, cuya geometría permite dar características diferentes a un sistema. Se dice que un **sistema óptico eficiente** es aquel que produce la imagen fiel y claramente definida de un objeto puntual. Para lograr esto es importante que la apertura del sistema sea apreciable y que el frente de onda que deriva de un objeto puntual corresponda en sus rayos a un punto común de la imagen (punto imagen) así como a un plano focal, una vez que pasan por el sistema óptico.

Por diversas razones, sucede que los rayos de luz no caen en un punto o plano imagen definido sino en distintos puntos con respecto al plano y punto focal lo que trae consigo la imperfección de la imagen, a esto se le conoce como **aberración**. La **importancia** que tienen las aberraciones en este trabajo radica en que algunas de ellas pueden ser provocadas por factores externos a los elementos y otras son inherentes a la geometría de los elementos o al tipo de luz que se proyecte sobre ellos. Sin embargo, gracias a la combinación de las geometrías de las figuras en ciertos sistemas ópticos es posible compensar algunas aberraciones.

Las aberraciones pueden ser provocadas por el diseño del espejo o la lente, por anomalías en la fabricación de las superficies o por ambas. (Photonics)

Existen dos grupos principales de aberraciones:

Las **Aberraciones Cromáticas**: Se hallan relacionadas con el índice de refracción del medio y con la dispersión de los rayos de luz en diferentes longitudes de onda. Es decir, los rayos de luz de diferentes colores (longitudes de onda) no caen en un mismo foco.

Las **Aberraciones Geométricas** que son consecuencia de los defectos en la dirección, el ángulo y la posición de los rayos de luz con respecto a un foco principal. Dentro de las aberraciones geométricas se encuentran las **aberraciones esféricas**, las cuales ocurren cuando los rayos que emergen por el fenómeno de la reflexión o refracción, no coinciden en un mismo foco. En ellas encontramos a la **coma**, el **astigmatismo** y la **distorsión**

# "La óptica existe para ver a través de ella y no hacia ella"

(Plummer, 1979)

## EL SISTEMA OPTICO:

### Lentes

Un **sistema óptico** es un grupo de superficies coaxiales distintas entre sí, separadas o no, y que coexisten como una sola unidad.

Una **lente** es "un elemento geométrico que se encuentra constituido por una sustancia transparente y homogénea y comprendida entre dos superficies pulidas. Estas superficies son las caras de la lente" (Southall, 1933) Lo que caracteriza a las lentes es que trabajan con el fenómeno de **refracción de la luz** y se diferencian entre sí por su geometría.

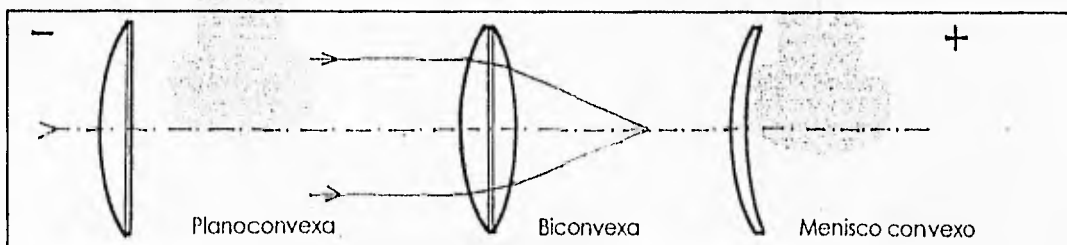
"La función de las lentes es la de modificar la dirección de la luz o la curvatura de los **frentes de onda** que pasan a través de ellas". (Fincham & Freeman 1974).

El **frente de onda** se denomina a la posición que guardan entre sí los rayos de luz, en alguna fase de su desplazamiento.

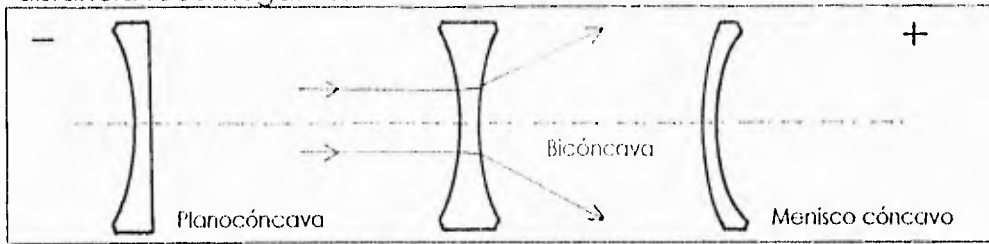
Para poder determinar cuál es el tipo de montura más adecuado para sujetar una lente es necesario definir sus geometrías:

Convencionalmente se dice que el rayo de luz viaja de izquierda a derecha o de positivo a negativo, así pues, la dirección de donde proviene el rayo de luz y el lado en donde éste haga su foco al pasar por la lente determina si una lente es **convergente** o **divergente**.

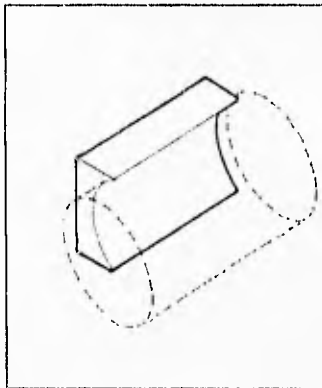
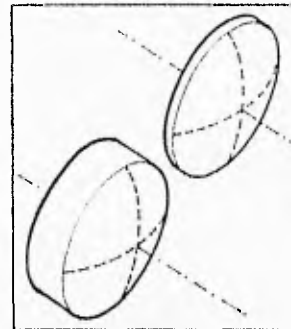
Las **lentes convergentes o positivas** son aquellas cuyo centro físico es más grueso que su periferia. El término "positivo" hace referencia a la posición del punto focal. Es decir, los rayos convergen en un punto con una distancia focal positiva.



Las **lentes divergentes o negativas** tienen su centro más delgado que su periferia y son negativas debido a la posición de su punto focal y con una distancia focal negativa.



El espesor de una lente condiciona su distancia focal. Las lentes cuyo espesor sea considerado pequeño en comparación con su distancia focal, son **lentes delgadas**, sin embargo, cuando la distancia que hay entre las dos superficies de una misma lente es mayor que la distancia focal que produce cada una de ellas, se dice entonces que se trata de una **lente gruesa**.



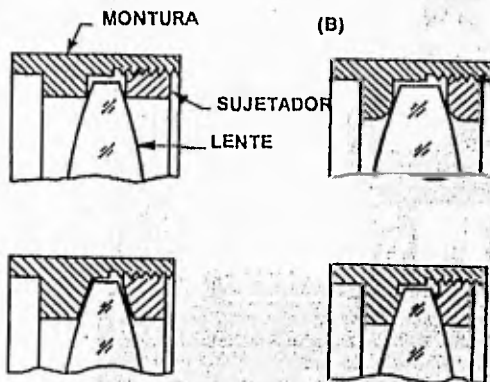
Entre otras lentes menos comunes se encuentran las lentes **cilíndricas** que están generadas por una sección de cilindro en uno de sus lados, mientras que en el otro lado por una superficie plana, cóncava o convexa. A este tipo de lentes las caracteriza un eje óptico por cada superficie. También se les conoce como **lentes toroidales**. Estas características son determinantes en el tamaño y la forma del sistema y en el tipo de montura que las va a sujetar.

El ángulo tallado de los bordes de las lentes se conoce como **bisel** y es una protección para los elementos ópticos en su manejo, ya sea durante su manufactura o en su ensamble. Los biseles más pequeños (1-2 mm.) ofrecen poca protección, mientras que aquellos más grandes (5 mm.) aunque ofrecen buena protección del elemento, tienden a incrementar la dispersión de la luz dentro de un sistema. (Parks, 1980)

Así pues, el bisel es una superficie de apoyo que debe garantizar a la lente el centrado en la montura y su estabilidad en la interfase. Los biseles más comunes de las lentes son **planos** o en **challanes** cortados a ángulos intimamente relacionados con la precisión de la montura y con los elementos de aseguramiento de la lente.

En diseño optomecánico se considera al perímetro de las lentes como el lugar óptimo para sujetarlas sin poner en riesgo la calidad óptica de la lente. Aquí la consideración más relevante es **la interfase**.

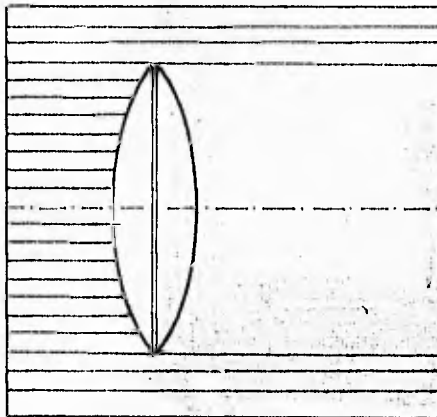
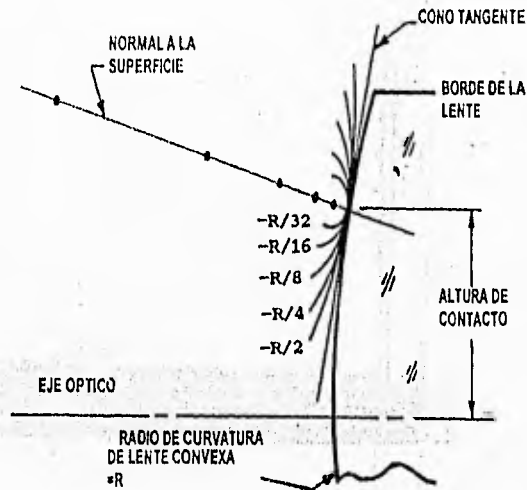
La interfase hace referencia al área o punto físico en el que el material del elemento óptico hace contacto con el material de la montura. En la interfase ocurren intercambios de fuerzas por ambas partes. En el caso de una lente, por ejemplo, existen distintos tipos de vidrios con características físicas particulares en donde el coeficiente de expansión térmica puede variar notablemente de uno a otro. El aluminio utilizado para fabricar monturas, posee un coeficiente de expansión distinto al de algunos vidrios, y su mejor propiedad es su alta conductividad térmica que le permite estabilizarse muy rápidamente a la temperatura ambiente, de modo que las variaciones en su volumen ocurren rápidamente. Richey apunta, "Los vidrios ópticos más comunes expanden un 36% más que el aluminio y un 75% más que los aceros al carbón, para los mismas variaciones de temperatura".



Existen distintos tipos de interfase para las superficies esféricas. A la izquierda tenemos las más comunes. Algunas son más fáciles de fabricar que otras. Y en ellas se prevee el ajuste con cualquier geometría de las lentes.

Es importante aclarar que no hay un tipo particular de acabado de interfase en las monturas que tenga que acompañar necesariamente a un elemento. Aunque sí, unas se desempeñan mejor que otras. Tal es el caso de la **interfaz de tipo toroidal** en la cual, dada la geometría de forma redondeada puede sujetar tanto superficies cóncavas como convexas, el contacto entre las dos superficies es cono-tangencial y la concentración del esfuerzo, se reparte gracias al radio de curvatura de la interfaz de la montura.

"Para un radio toroidal muy pequeño (2mm), la tensión es esencialmente independiente del radio de curvatura de la superficie. Por regla general, en condiciones de contacto tangencial, existe una baja tensión en las superficies cuando el radio toroidal de contacto es diez veces menor que el radio de curvatura de una superficie convexa". (Yoder, 1993)



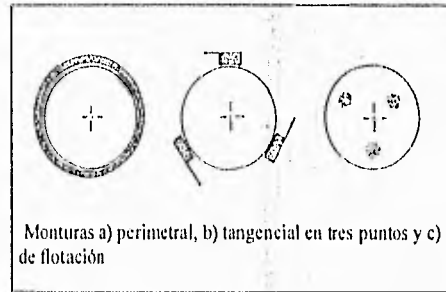
Cabe recordar que **los rayos de luz** no sólo viajan muy próximos a su eje óptico, sino también por encima de él, rebasando en dimensiones diametrales a las superficies sobre la cual inciden. En el diseño óptico se considera el área total de una lente o espejo por donde la luz incide como su **claro de apertura**. Este claro no debe ser obstaculizado por la montura o por los mecanismos de ajuste del elemento.

El diseño de los lentes es de gran importancia pues ello determina en buena medida la función de todo el sistema óptico. "Las lentes generalmente son de forma redonda ya que son más fáciles de fabricar y montar. Son más fáciles de analizar y pueden ser giradas hasta encontrar la mejor posición para su desempeño". (Vukobratovich, 1986)

En sistemas ópticos es común hablar de elementos grandes y pequeños. En el caso de lentes y espejos grandes se dice que son aquellos que no pueden ser movidos por un solo hombre y que requieren de complejos sistemas de soporte. (Vukobratovich, 1986)

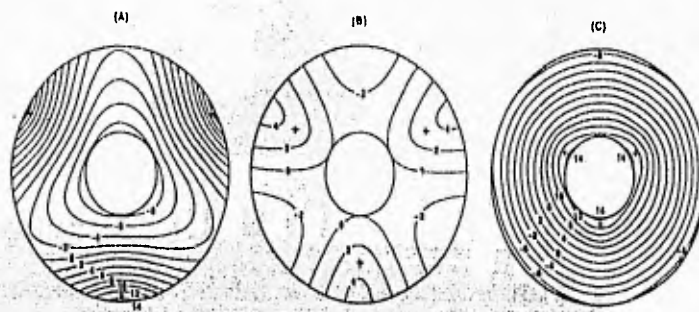
En el laboratorio se trabaja generalmente con lentes pequeñas, es decir, aquellas que pueden ser manipuladas por un solo hombre y con accesorios mecánico relativamente simples.

Un accesorio para sujetar una lente es una **montura**. La montura puede estar sujeta por otro accesorio que permita ubicarla en el arreglo óptico. La precisión con la que una lente queda sujeta por su montura depende de los mecanismos de aseguramiento que tenga la envolvente o estructura principal (Richey, 1974; Yoder, 1993)



Si el experimentador va a montar la lente con cualquiera tipo de mecanismo de ajuste, éstos deben proporcionar un centrado adecuado de ella. Con el **centrado** el experimentador busca hacer coincidir el eje óptico de la lente con el eje mecánico de la montura.

El material de la montura debe tener características físicas compatibles con las del vidrio, como prever su dilatación y

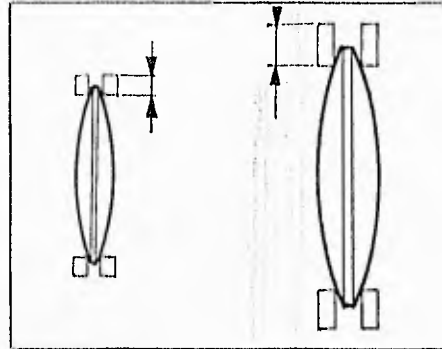


contracción por efecto de los cambios de temperatura y evitar así la inducción de esfuerzos de tensión o de compresión en la lente ya que de lo contrario la lente se deformará. (en la gráfica aparecen los interferogramas de las superficies de las lentes, en donde se aprecian las tensiones provocadas por un soporte de tres puntos)



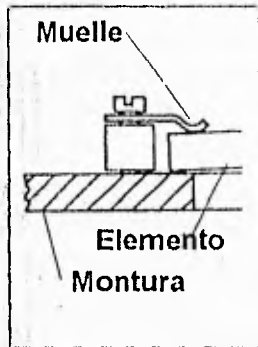
Las lentes están recubiertas por finísimas películas que son depositadas en su superficie para mejorar la **calidad óptica**. Estas películas son muy delicadas debido al material que las compone y no alcanzan espesores mayores a las micras. Un recubrimiento óptico es en ocasiones más costoso que el propio material que actúa como sustrato, así que las lentes deben ser manipuladas con extremo cuidado y la montura mecánica no debe afectar a la superficie.

Las consideraciones para **salvar los claros de apertura** de las lentes que deben tener las monturas está en relación a la dimensión de la figura; para lentes pequeñas, Kowalskie recomienda un mecanismo de sujeción que vaya de 2 a 3 mm, mientras que para lentes grandes, mecanismos que vayan de 5 a 10 mm. dentro del claro de abertura.

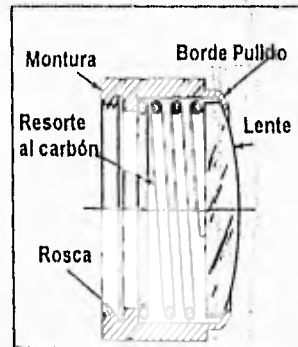


De este modo, existen distintas configuraciones para fijar a los elementos dentro de una montura en función de la geometría de las lentes y que buscan reducir los esfuerzos axiales. Estos métodos se relacionan con la precisión con la que una lente quede dispuesta en la montura. Algunos autores hablan de **monturas de alta precisión**, es decir con desviaciones menores a 5 min arc (una desviación lateral máxima del eje óptico de la lente en relación a su centro de .012cms y con un bisel de .012mm), y monturas de **mediana precisión**, mayores de 5 min arc. Así como de monturas para lentes individuales y monturas para lentes múltiples. Se dice que una montura de alta precisión es más útil para sistemas permanentes o definitivos, mientras que las de mediana precisión, además de ser más económicas son más adecuadas para pruebas de laboratorio.

En diseño optomecánico, es frecuente el uso de **resortes** como sujetadores y **elastómeros** que permitan compensar las diferencias de expansión entre los dos materiales, vidrio y metal. Algunos de éstos materiales varían en su material y forma, pueden ser delgados cojinetes de neopreno, "O-rings" de hule o muelles (clips) de acero inoxidable, que permiten controlar las fuerzas de compresión gracias a la forma y al tipo de material utilizado (Durie, 1968)



Montura con muelle de acero inoxidable



Montura con resorte templado

Un sistema montado en la mesa óptica para su experimentación no es permanente, y la variación de las condiciones ambientales dentro del laboratorio no son tan dramáticas como para que la dilatación de los materiales sea un asunto a considerar.

## Espejos

### Qué son

La mesa óptica tiene un área definida sobre la cual se va instalando cada elemento del sistema. Una lente por ejemplo, posee una distancia focal definida, pero puede ser que por razones del arreglo, su plano focal quede fuera de la propia superficie de la mesa, de modo que el siguiente elemento del arreglo no puede ser instalado, en consecuencia es necesario desviar el rayo de luz a una dirección en la que pueda fijarse el accesorio a la mesa óptica y de esta manera continúe el viaje del rayo a lo largo del arreglo óptico. Con esto, es factible "**doblar**" el sistema y obtener otra forma en el arreglo de modo que todos los elementos quepan sobre la mesa. Esta es una de las múltiples aplicaciones que tienen los **espejos** en óptica: reflejar la luz en ángulos definidos.

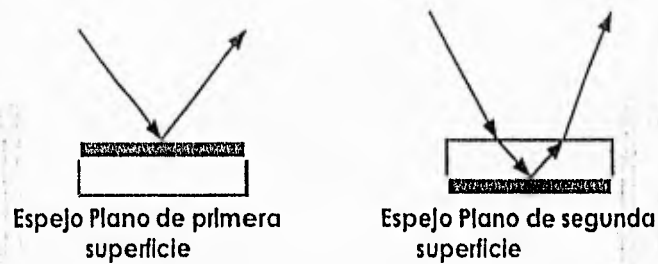
Para que éste y otros fenómenos ocurran, es necesario que el espejo tenga ciertas características en su superficie.

Los espejos pertenecen a los sistemas de reflexión. Esto es posible gracias a un revestimiento de material que impide el paso de luz através de él y tiene como sustrato al vidrio o a otro material que le permite cimentarse. Los recubrimientos de los espejos son delgadas películas de material reflejante como la plata, el oro o el aluminio, protegidos a su vez, por finos depósitos de monóxido de silicio o fluoruro de manganeso. Todo esto permite modificar la reflexión y asegurar ciertas características de transmisión de la luz en la superficie.

### Cómo son

Los espejos tienen distintas geometrías que afectan de varias formas a la luz. Básicamente, los espejos se clasifican de acuerdo al tipo de superficie que tengan. Los hay **planos de primera superficie** o de **segunda superficie** y **esféricos** o **asféricos**. La reflectividad del espejo depende del material que constituya la superficie y del tipo de luz que incida en ella. El tamaño físico de un espejo está determinado fundamentalmente por el tamaño y la forma de la impresión del haz de luz en la superficie donde se refleja, más las tolerancias consideradas apropiadas para preveer el desalineamiento y movimientos del espejo durante su operación. (Yoder, 1993)

Los **espejos de primera superficie** se denominan así pues el recubrimiento reflejante se encuentra justo en la superficie en donde incide el rayo, teniendo como base al vidrio. En el caso de los **espejos de segunda superficie**, el material reflejante se encuentra detrás de la primera superficie del vidrio, de modo que el rayo tiene que cruzar este medio, por lo que sufre la refracción, antes de ser reflejado en la segunda superficie.



Los espejos ofrecen al experimentador distintas posibilidades de arreglos (Yoder 1993):

- Desviar la luz en ángulos definidos.
- Doblar el sistema óptico en una forma dada
- Orientar una imagen
- Desplazar el eje óptico lateralmente
- Ajustar la longitud del camino óptico
- Dividir y compartir un haz de luz
- Dividir y compartir imágenes hacia un sólo plano focal

Los espejos operan de acuerdo a la **ley de Snell** que nos dice que un rayo que incida con un ángulo definido sobre una superficie reflejante, será reflejado con el mismo ángulo con el que se proyectó.

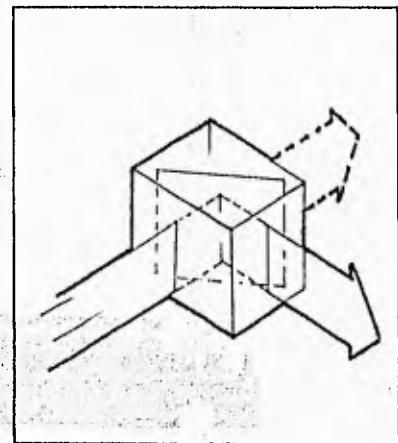
Tenemos también, otra variedad de espejos que comparten la geometría de las superficies cónicas de revolución de las lentes y se agrupan en esféricos o asféricos. Las primeras equivalen a las superficies **cóncavas y convexas** de las lentes, mientras que dentro de las segundas, encontramos las superficies **elípticas, parabólicas e hiperbólicas**. Y aunque éstos no pueden formar imágenes por sí solos, a menos que se combinen entre sí y con otros elementos, tienen la particularidad de corregir aberraciones de las imágenes formadas por sistemas ópticos.

Una característica particular de los espejos es que solamente la superficie del elemento que posee el recubrimiento reflejante va a actuar directamente con el rayo, de modo que el resto del cuerpo del elemento es quien da la geometría y el soporte a dicha superficie, y proporciona el medio para manipular al elemento.

Los recubrimientos reflejantes que tienen algunos espejos pueden permitir el paso de un cierto porcentaje de luz a través de ellos, gracias a las propiedades físicas y a la cantidad de la película del material depositado. Con esto, es posible controlar la reflectividad del espejo; así, el rayo continúa su camino a través de la superficie hasta traspasarlo y otro tanto es reflejado. Este doble fenómeno de reflexión y refracción es aprovechado en los espejos para crear el **divisor de haz**.

Comúnmente, un espejo de vidrio tiene un **espesor equivalente aproximado** de  $1/6$  de su diámetro y su peso varía en función de la geometría de la figura (cóncava o convexa) y de la densidad del material. En consecuencia, el **acabado** que tienen los espejos en su canto está relacionado con el espesor de la figura y el canto o bisel generalmente está a 45 grados con respecto al plano de la superficie, lo que facilita como ya lo mencioné, la sujeción en la **interfase**.

En experimentación, los propósitos más comunes de los divisores de haz son: combinar dos haces de luz, para formar uno solo, o desviar parte del rayo para dirigirlo a otro punto del arreglo. La forma de los divisores varía notablemente de unos a otros ya que pueden ir de las formas rectangulares planas del primer tipo, hasta la combinación de superficies para formar cuerpos geométricos "monolíticos" muy estables, como los prismas. Los divisores de haz no son formadores de imágenes.

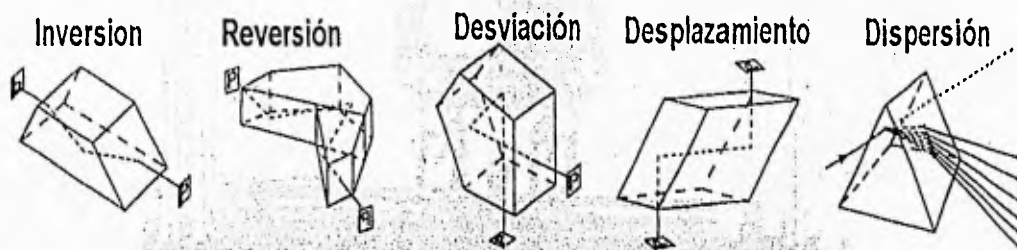


## PRISMAS

Los **prismas** son una porción delimitada de sustancia transparente homogénea que gracias a sus diversas figuras geométricas forman superficies planas en donde ocurre el fenómeno de reflexión o refracción de la luz e incluso ambos, como sucede con los divisores de haz. Un prisma puede ser un divisor de haz pero un divisor no necesariamente es un prisma.

En experimentación, los prismas tienen la propiedad de desviar la línea de visión de la imagen por efecto de la combinación de sus características reflectoras y refractoras y de desplazar un rayo a lo largo de su cuerpo. El fenómeno más apreciado en los prismas es la **reflexión interna total** en la cual el rayo que viaja de un medio de mayor densidad a otro de menor densidad en un ángulo menor que la normal, es reflejado totalmente en el interior del cuerpo. En ocasiones, es preferible utilizar un prisma de reflexión para un experimento en donde el sistema necesita ser doblado y con el que puede librarse un espacio, que un arreglo de espejos, aunque haya pérdida de energía por el **fenómeno de absorción**.

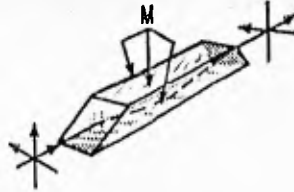
Dentro de los prismas se halla una gran variedad que permiten manejar la imagen según la geometría de sus superficies y las dimensiones que poseen. Se agrupan de acuerdo con el efecto o cambio que introducen en la luz.



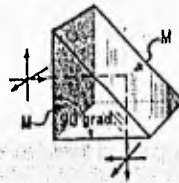
En los dibujos que aparecen a continuación podemos apreciar las caras o las superficies ópticamente no útiles indicadas con la letra "M" por donde puede sujetarse el cuerpo.

Los prismas más comunes son:

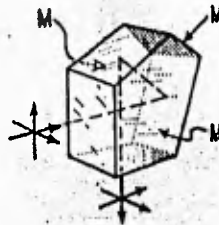
Los **Prismas Basculantes**. Permiten invertir la imagen gracias al reflejo total del rayo de luz en el interior de sus superficies.



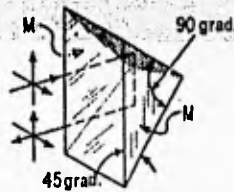
Los **Prismas de Ángulo Recto**. En éstos, la luz se refleja en una superficie interna del elemento para formar un ángulo recto y abandonarlo por una tercera superficie.



Los **Pentaprismas** orientan la imagen de acuerdo al observador y aunque pueden ser remplazados por un arreglo de espejos, ello no mejora la calidad de las reflexiones.

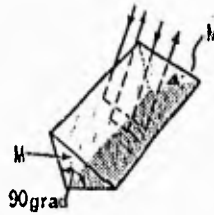


Los **Prismas Porro del Primer Tipo**. En ellos la luz es reflejada en dos de sus superficies internas hasta abandonar al elemento por una tercera superficie.

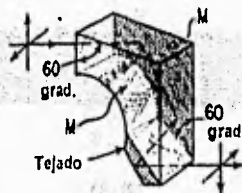


Los **Prismas Porro de Segundo Tipo**. Bajo el mismo concepto de los del primer tipo, en ellos se combinan las características de tres prismas los cuales están cementados entre sí para formar un sistema de reflexión compuesto. Su uso está relacionado a salvar espacio en un arreglo y a lograr invertir la imagen.

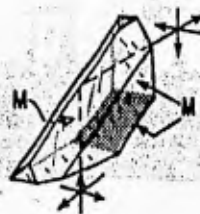
Los **Prismas tipo "tejado"** operan con el principio de los del tipo porro, pero con superficies rectangulares más amplias.



Los **Prismas Lemn o Sprenger** consiguen invertir la imagen mediante un desplazamiento lateral del haz de luz.

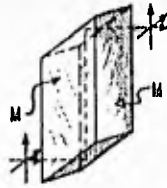


Los **Prismas Amici** son figuras polihédricas que permiten invertir la imagen según el mismo principio que el de los prismas de ángulo recto.



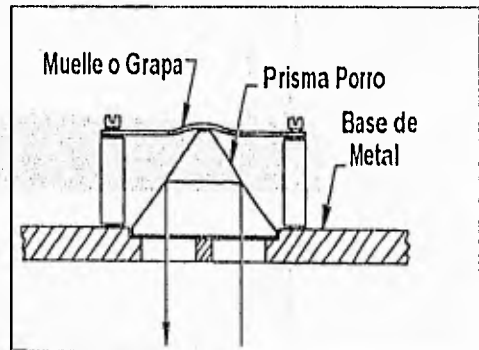


Los **Prismas Rombohédricos**, en ellos la imagen es reflejada por una superficie y desplazada a lo largo del cuerpo hasta reflejarse en ángulo recto en otra superficie y abandonar el elemento.

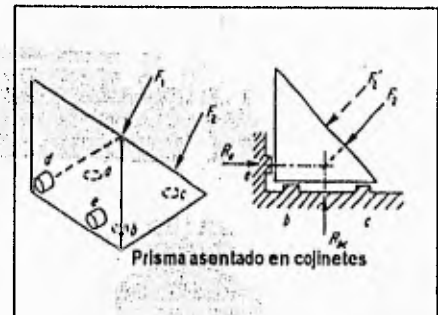


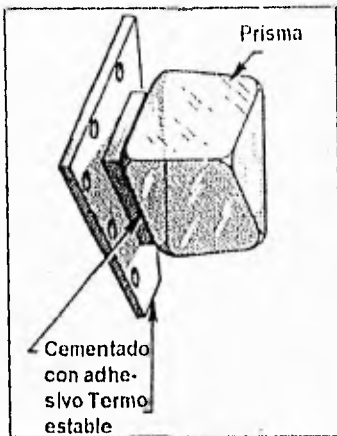
Existen diferentes técnicas de sujeción de los prismas que se basan en principios semejantes a los de los espejos pero con algunas modificaciones. En ellos tenemos, también, el concepto de mediana y alta precisión. La técnica de

monturas de mediana precisión -nos dice Durie- se basa en el uso de una montura rígida con un acabado plano, con el fin de que descansa la superficie del cuerpo, y evitar movimientos angulares. La montura deber poseer el claro de apertura óptimo. Con esto, los vértices del prisma descansan en la montura y es aprisionado por un muelle o grapa, se trata así de una **montura rígida con precarga**. Normalmente aquí lo que cuida el experimentador es que las figuras de las **interfases** sean compatibles; un bisel adecuado en el vértice del elemento y en las superficie de apoyo, y una fuerza de presión del muelle suficiente para no afectar al elemento.



Por otro lado, en las **monturas de alta precisión** se utilizan delgados cojinetes (elastómeros) para asentar la superficie del elemento y muelles o grapas elásticas para sujetarlo. En este tipo de monturas, el prisma debe descansar sobre la superficie no útil del elemento como contrapoyo a las fuerzas resultantes del muelle.

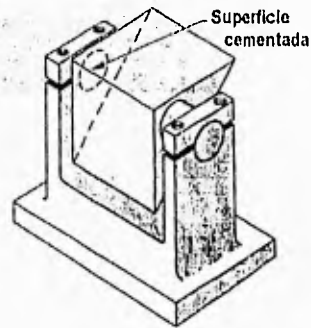




El uso de **adhesivos** es excepcional como una alternativa de fijación de los prismas en sistemas permanentes dado que es muy práctico y barato. Con esta técnica, se pueden formar **dispositivos** especiales. En sistemas cinemáticos por ejemplo esto es de gran utilidad ya que permite fijar piezas mecánicas al prisma que pueden actuar como ejes de giro y de movimiento. Durie apunta - los adhesivos son particularmente útiles para reducir la complejidad y los requerimientos de espacio de las monturas.

Los prismas pueden inducir ciertas aberraciones a un sistema básicamente por el tipo de luz que pase a través de ellos y por razón de la perpendicularidad de sus superficies con respecto al rayo incidente.

En diseño optomecánico, el montaje de los prismas y los espejos debe considerar algunos **principios cinemáticos** que tienen que ver con los procedimientos de orientación de los ejes y de compensación de las distorsiones o aberraciones causadas por las razones antes descritas. Un **sistema óptico cinemático** debe considerar entre otras cosas, que el procedimiento para montar los componentes que integran el sistema pueda ser repetido; que el contacto del elemento con la estructura se presente como "puntos o áreas" bien definidas; que no existan irregularidades en los movimientos de los mecanismos, también conocidos como "**backlash**". Lo anterior debe permitir a su vez, el movimiento aislado del elemento con respecto a los **planos imaginarios**, la **orientación del elemento** en relación al eje óptico y al frente de onda de la luz y la **alineación** de éstos, en su montura y en el sistema.

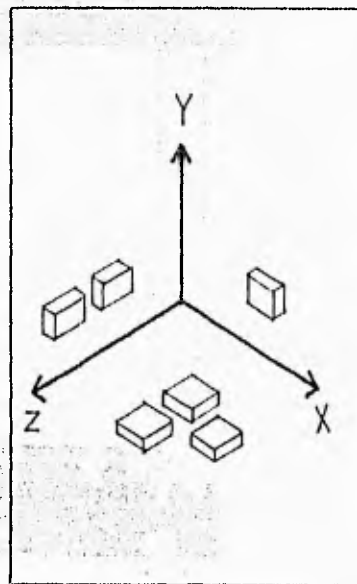


Dentro de la óptica existen técnicas muy desarrolladas para llevar a cabo este tipo de correcciones las cuales se relacionan con el número de eventos corregidos por unidad de tiempo. Algunas de éstas técnicas se basan en **sistemas de control electrónico** y otras en **controles de ajuste mecánico**.

En arreglos ópticos con elementos de grandes dimensiones, como por ejemplo un telescopio de 1m. o 5m. de diámetro, las aberraciones pueden ocurrir por deformaciones de la estructura del elemento óptico, por la fuerza gravitacional o por efectos térmicos. Si a esto agregamos que el telescopio dentro de la cúpula posee una estructura que le permite apuntar hacia cualquier posición según un objeto puntual en el mapa celeste, los esfuerzos que ocurren en los elementos son diversos pero gracias a ciertas técnicas es posible compensar por medios mecánicos los esfuerzos y en consecuencia, las aberraciones producidas en el elemento bajo esas circunstancias.

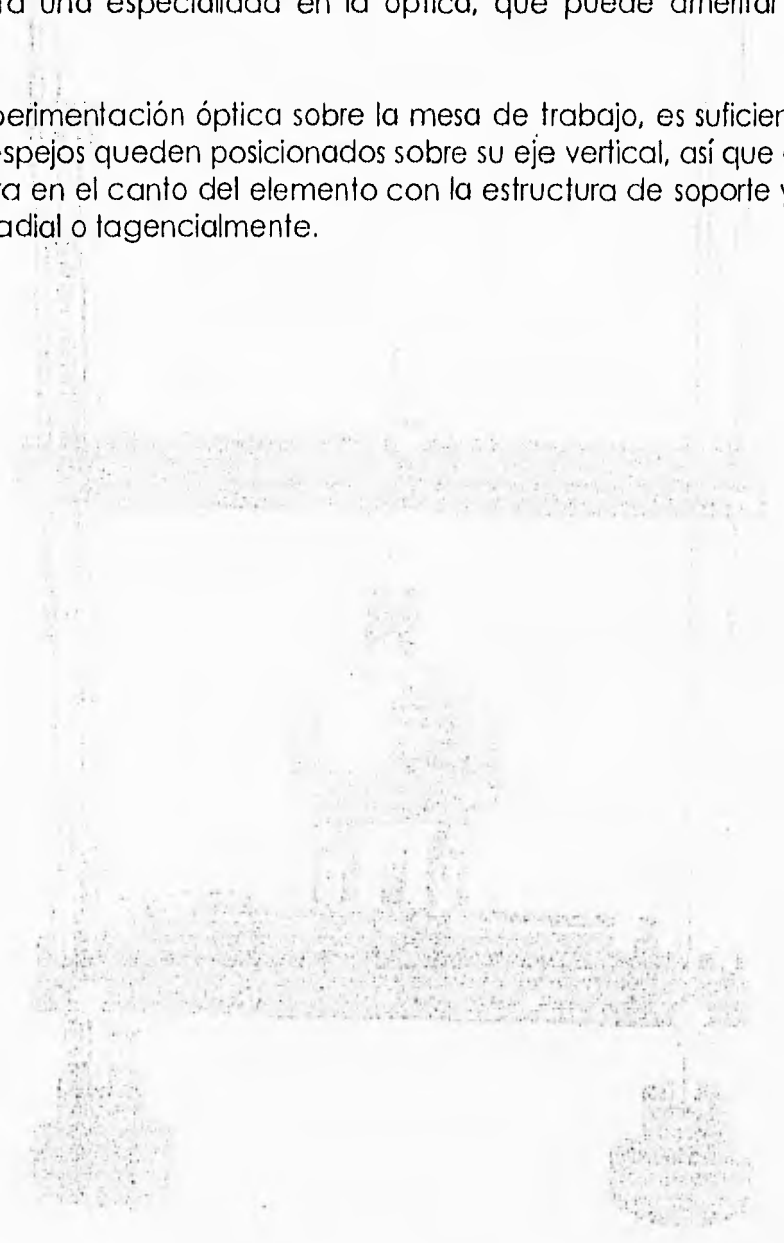
Si bien en el laboratorio no es común trabajar con elementos de grandes dimensiones, lo que permiten los accesorios optomecánicos es, entre otras cosas, adaptar los diferentes elementos ópticos a las condiciones de la prueba, mediante el desempeño adecuado de mecanismos de sujeción, soporte, fijación y ajuste, a una escala y proporción más accesible para el usuario, en donde además de optimizar el trabajo, también es posible simular, a través de ellos, ciertas condiciones de sistemas ópticos de grandes dimensiones.

En la práctica de la óptica se maneja el concepto del "Tilt", que es un término que designa los movimientos de corrección de la superficie con respecto a los planos X-Y-Z en el espacio. Proviene del inglés que significa **inclinación**, y hace referencia precisamente a la orientación que se le puede dar al elemento con respecto al soporte. El "tilt" es un concepto general de control de movimiento del elemento como sistema de corrección. Para diferenciar los movimientos según los ejes coordenadas "X-z" de "Y-z" existe el término "Tip". Yoder señala que un cuerpo en el espacio tiene seis grados de libertad o maneras en las que se puede mover. Éstas, son las traslaciones y las rotaciones a lo largo de los tres ejes coordenados rectangulares.



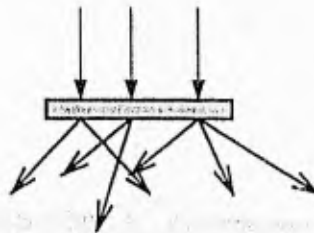
Dado que todos los cuerpos se hallan sometidos a la **fuerza de gravedad**, y los espejos no son la excepción, existen diferentes métodos para evaluar cuál es la **posición más adecuada** de un elemento con relación a su montura de manera que la distribución de fuerzas minimice las deformaciones por este efecto. El **análisis por elementos finitos** y la **interferometría** son algunos de ellos. Sin embargo, a este trabajo no le corresponde hacer esas evaluaciones, pues representa una especialidad en la óptica, que puede ameritar un tratado aparte.

En la experimentación óptica sobre la mesa de trabajo, es suficiente apuntar, que los espejos queden posicionados sobre su eje vertical, así que el apoyo se encuentra en el canto del elemento con la estructura de soporte y las fuerzas actúan radial o tangencialmente.

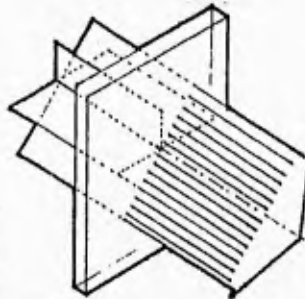


## Elementos de configuración plano-rectangular

Los **dispersores** generalmente son figuras planas con ciertos acabados en su superficie que permiten difundir la luz que pasa a través de ellos en cualquier ángulo y dirección. Su uso en el laboratorio está relacionado a obstruir el paso de la luz con el fin de modificar su intensidad. En ellos, encontramos al **vidrio ópalo** el cual tiene sobre su superficie una película coloidal con la que se logra dicho efecto. El **vidrio esmerilado** posee en su superficie un acabado tal que crea un sinúmero de minúsculas reflexiones de los rayos de luz. Los **plásticos** pueden estar entintados o formados por múltiples facetas.

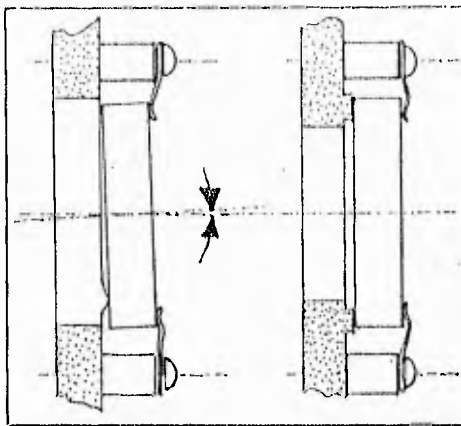


Los **Polarizadores** pertenecen en su mayoría al tipo más simple de superficies planas. Este tipo de elementos, tienen la capacidad de absorber las ondas perpendiculares que componen un frente de onda, para dejar pasar solamente el plano de luz vectorial transversal que conforma el haz de luz.



Los **filtros** tienen la capacidad de seleccionar diferentes longitudes de onda y otros pueden funcionar mediante interferencia. Ciertos filtros poseen depósitos de películas sobre su superficie que les confieren características particulares permitiendo el paso de cierta longitud de onda de la luz y absorbiendo las restantes. Los filtros deben ser manipulados con extremo cuidado a través de sus vértices o cantos, para asegurar su calidad óptica. En ellos también su claro de apertura debe ser el mayor posible y los mecanismos para sujetarlos se basan en aquellos de las monturas rígidas con precarga de baja presión.

## SISTEMAS DE MONTURAS

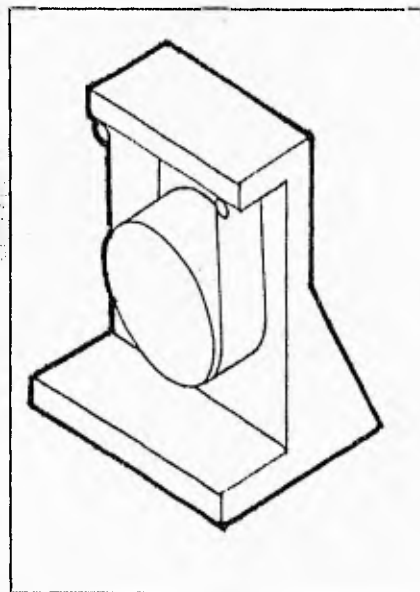


Al igual que las lentes, los espejos necesitan accesorios para sujetarlos a la mesa óptica. Estos accesorios, también son **monturas**, y operan con los principios de **colinealidad de ejes, centrado e Interfases** muy semejantes a aquellas destinadas para sujetar lentes aunque con una diferencia fundamental: algunas de ellas ocupan la cara posterior de la superficie reflejante del elemento como apoyo estructural (**superficie ópticamente no útil**) y los mecanismos para asegurarlo operan

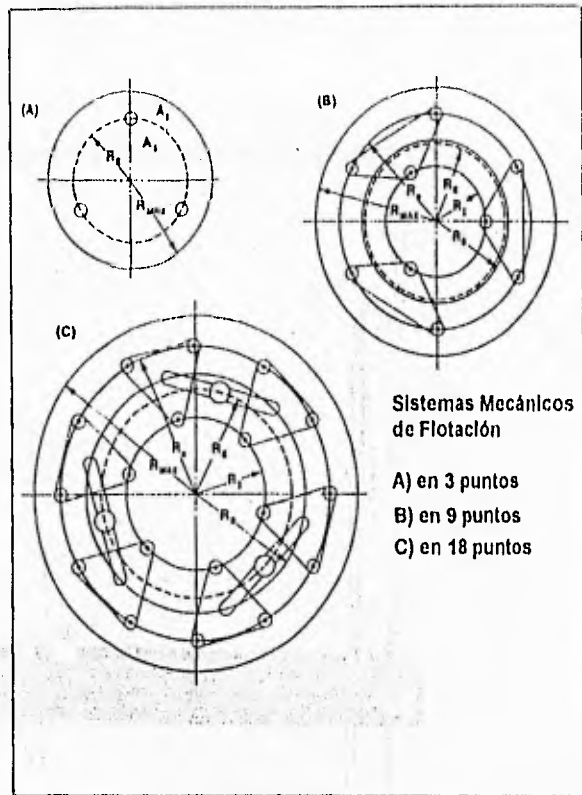
paralelos al canto de éste y perpendiculares al plano de la superficie. Durie nos dice que la "planicidad" de la superficie de la montura con la del elemento puede no corresponder si hay irregularidades en alguna de las superficies y en consecuencia, ocurren desviaciones del eje del elemento con respecto a la normal.

Los mecanismos más apropiados para sujetar a los espejos en su montura están basados en las técnicas de alta y mediana precisión con sistemas de **fuerza de sujeción, de magnitud controlada** que es, la que proporcionan los muelles y resortes. Esta fuerza, debe ser suficiente para mantener al vidrio firmemente asentado en cualquier posición.

Algunas monturas para espejos del laboratorio operan con bandas de acero inoxidable, que cuelga de una plataforma vertical y que permite sostener perimetralmente al espejo en el canto hasta la mitad de su circunferencia. Tienen la ventaja de que el espejo se ajusta fácilmente a la banda y la estructura de la plataforma le sirve de respaldo. Pero tienen la desventaja de inducir vibraciones al elemento debido a la resiliencia del material y el ajuste que proporciona a la figura queda limitado a un sólo diámetro por la longitud de la banda lo que impide hacer ajustes "tip-tilt" pues son una modalidad de monturas de tipo estático y de baja precisión.



Otro tipo de monturas para espejos, utilizada en ciertos sistemas optomecánicos, es la de **soportes múltiples**, compuestos básicamente por tres puntos de apoyo simétricamente localizados, los cuales quedan dispuestos triangularmente en la parte posterior del espejo, aprovechando la superficie no útil de la figura para soportarla por lo general horizontalmente. De aquí se derivan técnicas mucho más complejas, que involucran sistemas neumáticos o hidráulicos con soportes y actuadores independientes ampliamente utilizados en espejos muy pesados, y que requieren de una mayor precisión en su ajuste y movimientos.



Dentro de los elementos ópticos con geometrías más simples aunque no menos importantes, tenemos a los dispersores, los polarizadores y los filtros. En ellos, por su configuración plana y/o rectangular, los mecanismos de montura utilizados para las otras figuras planas pueden ser compatibles. Como ya se anotó anteriormente, este tipo de elementos no requieren de sistemas muy restrictivos de sujeción, posicionamiento y ajuste. Basta decir que los mecanismos de baja y modesta precisión son suficiente para manejarlos.

**"Necessity may be the mother of invention, but creation still requires a partner"** (Dormer, 1993)

*La necesidad puede ser la madre de la invención, pero aún la creación requiere de un socio*

A continuación, se enuncian brevemente aquellos conceptos que se han manejado a lo largo de este trabajo en relación al objeto de diseño

## **CONDICIONES GENERALES PARA EL DESARROLLO DEL OBJETO DE DISEÑO**

Para comprender cuáles eran las funciones apropiadas con el objeto a diseñar, se analizaron las funciones de un buen número de accesorios comerciales existentes. Se observó que con algunos de ellos sólo es posible manipular un tipo de elemento en particular con sus diferentes dimensiones, pero rara vez un mismo accesorio permitía manipular a otro tipo de elemento según su función y configuración.

Con esto pues, el planteamiento fundamental de diseño es de dotar a un soporte de las características necesarias que le permitan adaptarse a diversas geometrías y dimensiones de los distintos elementos ópticos de acuerdo con los requerimientos básicos para cada grupo de elementos; con el fin de aprovechar mejor el espacio dentro del área de la mesa óptica y normalizar los procedimientos en las operaciones de posicionamiento del accesorio optomecánico así como la sujeción, soporte, fijación y el ajuste del elemento en éste y dentro de un sistema.

La relevancia del soporte universal no está en sustituir a los accesorios comerciales sino en proporcionar el mismo tipo de control para todos los elementos que actúan en una prueba.

Para el desarrollo del proyecto, agregué una consideración más: que dentro del concepto de diseño del objeto hubieran uno o más materiales de **origen netamente local** y de **bajo impacto ambiental**. La primera, porque un objetivo fundamental del proyecto es abaratar costos de producción y uno de los modos para lograrlo es sustituyendo los productos de importación por aquellos de manufactura local, y lo segundo porque en el quehacer industrial, la acumulación de los desperdicios de elementos y materiales es nocivo para el medio ambiente.



Por lo tanto, considero que el material debe cumplir con las siguientes prestaciones:

- resistente estructuralmente,
- fácil de transformar por los medios mecánicos tradicionales como el torno y/o la fresadora
- resistente a la corrosión provocada por el ambiente
- térmicamente estable
- capaz de aceptar recubrimientos o acabados superficiales y
- ambientalmente inerte.

Bien podrían existir un sinnúmero de materiales que cumplieran con las condiciones anteriores y que la simple elección de él podría merecer un proyecto aparte, pero para los propósitos de esta tesis examinaré brevemente al Zinalco como el material sustituyente más adecuado.

El Zinalco es un nuevo material desarrollado en México através del Instituto de investigaciones en Materiales de la UNAM. Que fué concebido entre otras cosas como un material sustituyente del aluminio, del bronce, de algunos plásticos, del hierro y del mismo acero, pues al ser una aleación de zinc, de aluminio y de cobre, comparte en cierta medida las cualidades físicas de éstos y las conjuga entre sí.

**Cuadro comparativo del Zinalco con el Acero y el Aluminio**

	<b>Zinalco</b>	<b>Aluminio 380</b>	<b>Acero 1025</b>
Resistencia a la tensión	40 Kg/mm <sup>2</sup>	32 Kg/mm <sup>2</sup>	43 Kg/mm <sup>2</sup>
Esfuerzo de cedencia en tensión	23 Kg/mm <sup>2</sup>	16 Kg/mm <sup>2</sup>	27 Kg/mm <sup>2</sup>
Dureza Brinell	95/100	80/85	130
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	5.4	2.7	7.8
Elongación % en 51 mm.	4-8	3.5	35
Punto de Fusión C	420-482	540-545	1400
Conductividad eléctrica	29	27	-
Impacto (Joules)	14	4	-

fuentes: Zinalco S. A. Grupo Falmex

Para ciertas aplicaciones, el zinalco puede tener mejores propiedades de dureza, estabilidad y resistencia que el aluminio aunque es un poco más pesado, y el consumo de energía para su transformación es relativamente bajo. Así pues, este material puede ayudar a resolver algunas necesidades del proyecto además de que el objeto de diseño es un buen pretexto para conocerlo mejor y difundir su potencial como generador de tecnologías alternas y de empleos.

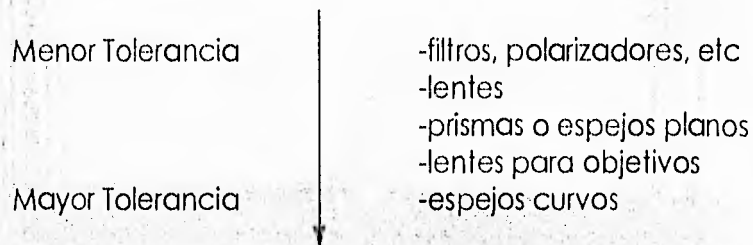
**"To demand perfection can be sensible, to expect it can be fatal"**

(Dormer 1993)

Solicitar la perfección puede ser sensible, esperarla puede ser fatal

## 8. CONDICIONES PARTICULARES PARA EL DESARROLLO DEL OBJETO DE DISEÑO

Las funciones pueden ordenarse de acuerdo a la secuencia de las operaciones que sigue el operador desde la **instalación** del objeto hasta el **montaje** del elemento. Recordemos que la rutina de instalación no es arbitraria pero para una mejor comprensión del trabajo en este capítulo existe una cierta jerarquía, dada básicamente por lo que se conoce como el **grado crítico de montaje** (Lytle, 1979):



Aquí la **tolerancia** se refiere a la máxima diferencia que se admite entre un valor y otro de las dimensiones.

El grado de tolerancia está dado por el efecto de las fuerzas que puede tener la montura en el elemento y consecuentemente en el trazo de los rayos de luz al interactuar con el.

En la **instalación** del soporte cabe distinguir dos procedimientos fundamentales: su **ubicación** dentro de la mesa de experimentación en función del arreglo óptico, y la **fijación** de él a la superficie de la mesa de modo que permanezca estable y perfectamente asegurado durante la prueba.

En lo referente al **montaje o posicionamiento** de los elementos ópticos se plantearon cinco condiciones elementales que debía reunir el soporte:

- soportar
- fijar
- centrar
- alinear
- ajustar

Una vez ubicado el sitio del soporte sobre la mesa y su relación con el arreglo, debe fijarse por medios mecánicos a ella. A partir de esto se procede a posicionar el elemento.

### **Soportar**

La estructura del objeto debe actuar como **soporte** del elemento que se posicione en él.

### **Fijar**

Una vez que el elemento es colocado en el soporte, este debe ofrecer la posibilidad de sujetar al elemento de manera que garantice su estabilidad y seguridad.

### **Centrar**

El soporte debe poseer los mecanismos necesarios para conseguir ubicar el centro del elemento con respecto a los ejes óptico y mecánico.

### **Alinear**

Una vez centrado el elemento, debe ser posible hacer coincidir el eje óptico del elemento con el eje óptico del sistema de manera que la trayectoria del haz de luz pueda ser controlada.

### **Ajustar**

En el soporte deben existir los mecanismos de ajuste del elemento con respecto a su posición dentro del soporte, al centrado y a la alineación de los ejes para conseguir corregir las discrepancias que pudieran afectar al arreglo óptico.

Es importante aclarar que el **soporte** es en sí mismo un sistema óptico básico que puede formar parte a su vez de un arreglo óptico complejo.

## **"Purpose exists in men's minds, results exists in things" (Pye 1991)**

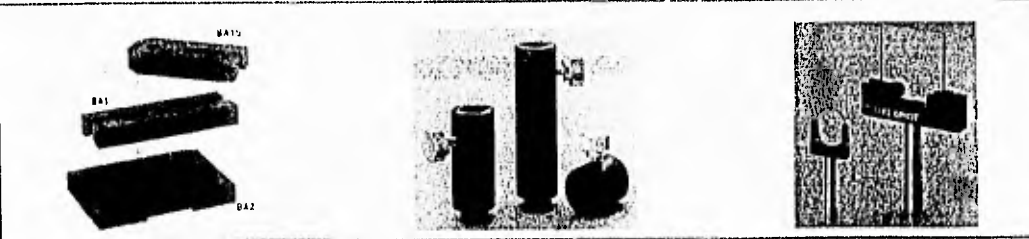
El propósito está en la mente del hombre, el resultado está en las cosas




### **OBJETIVO DE DISEÑO**

- Crear un soporte "universal" para elementos ópticos, es decir, una base estructural sobre la cual puedan adaptarse confiablemente los espejos, las lentes, los prismas, los filtros y las superficies de configuración plano-rectangular.
- Normalizar ciertos procedimientos de instalación y control tanto del soporte como de los elementos.
- Integrar diversos accesorios que multipliquen la función del soporte. Los cuales deben contar con los medios para orientar y corregir la posición del elemento en relación al haz de luz, a fin de facilitar los procedimientos más comunes y fatigosos de la experimentación tradicional en el laboratorio.
- El soporte debe estar formado con materiales y procesos de manufactura local.
- Comunicar la eficiencia del objeto a través del uso congruente y mesurado de la forma y los detalles.
- Contextualizar al producto en el ámbito de la instrumentación astronómica y del usuario.


El soporte debe integrar por ejemplo, las **funciones** de los siguientes dispositivos comerciales



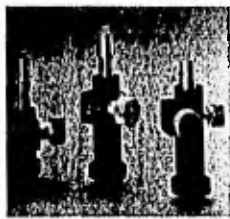
**Productos A**  
Bases, abrazaderas para postes y soportes de filtros. Estos accesorios son sólo componentes; por sí solos no representan gran funcionalidad.  
Propósito Básico: *SOPORTAR*



**Productos B**  
Anillos para postes y Monturas para elementos de geometría radial. Con dimensiones estandarizadas  
Propósito Básico: *FIJAR*



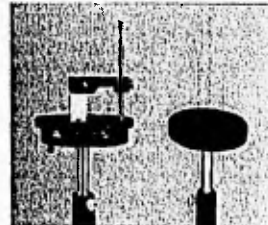
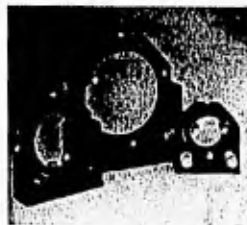
**Productos C**  
Montura ajustable , soporte para tubos de rayo laser y montura de autocentrado. Accesorios adaptables hasta cierto diametro.  
Propósito Básico: *CENTRAR.*



**Productos D**

Poste de altura ajustable, poste con montura y soporte ajustable para lentes. Accesorios para post-montaje de otros sistemas o componentes.

Propósito Básico: *ALINEAR*



**Productos E**

Monturas de ajuste manual "tip-tilt" y mesa rotatoria para prismas.

Propósito Básico: *AJUSTAR*

Tabla comparativa indicando las funciones que poseen los productos analizados.

Funciones						
Producto	Soportar	Fijar	Centrar	Alinear	Ajustar	PRECISION
A	X	X	X	X	X	+
B		X	X	X	X	
C			X	X	X	
D				X	X	
E					X	+

En esta tabla se puede apreciar que mientras más específico es el propósito del producto también lo son sus funciones. De esta manera, los dispositivos más complejos van a depender de los más sencillos y con esto aumenta el número de piezas que se van necesitando para formar un arreglo.

## “It is better to found a practice of design on results, not a theory based around intentions” (Pye 1991)

Es mejor encontrar la práctica del diseño en los resultados, no en una teoría basada en las intenciones

### DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO

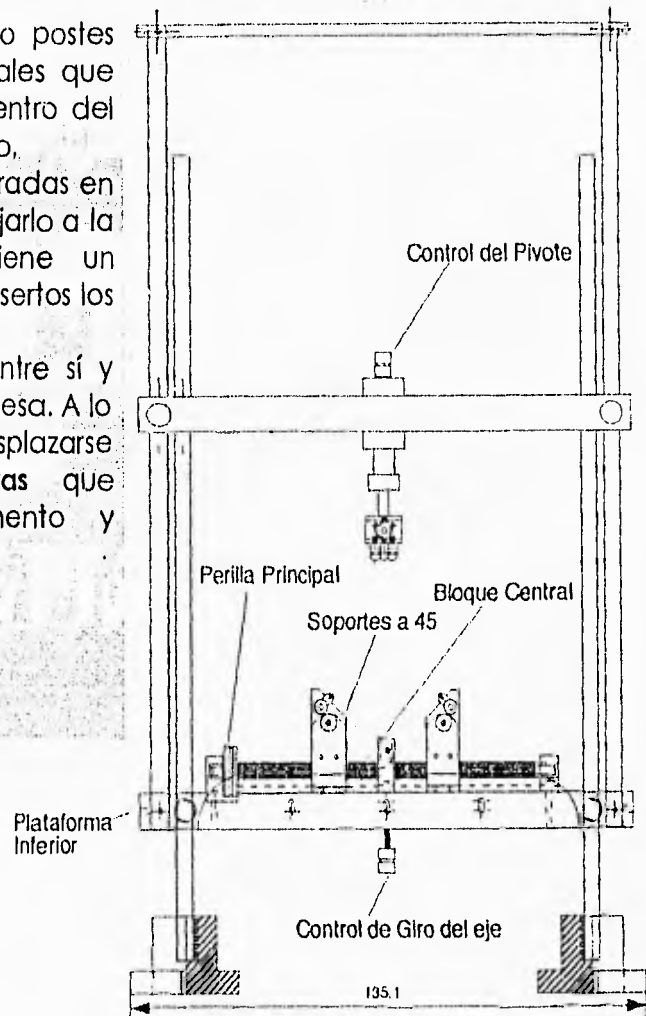
El objeto no podrá sujetar más de dos elementos a la vez, pues es lo que se conoce como un **sistema de montura sencillo** en donde un sólo elemento, ya sea de geometría radial, monolítico o plano rectangular ocupará su accesorio respectivo. Para esta descripción, se especifican las funciones del objeto en relación al tipo de elemento con el que se va a trabajar.

#### El objeto como soporte de elementos de geometría radial

Esta diseñado en base a cuatro postes verticales y dos barras horizontales que forman un marco o bastidor dentro del cual queda dispuesto el elemento.

Posee **dos bases cilíndricas** ranuradas en cuatro puntos, que le permiten fijarlo a la mesa óptica. Cada base tiene un barreno central en donde van insertos los **postes eje**.

Los dos **postes** son paralelos entre sí y perpendiculares al plano de la mesa. A lo largo de ellos podrán desplazarse perpendicularmente **dos barras** que permiten **aprisionar** al elemento y **posicionarlo** en medio de ellas.

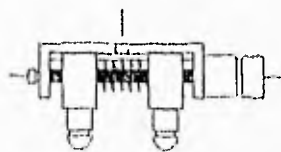
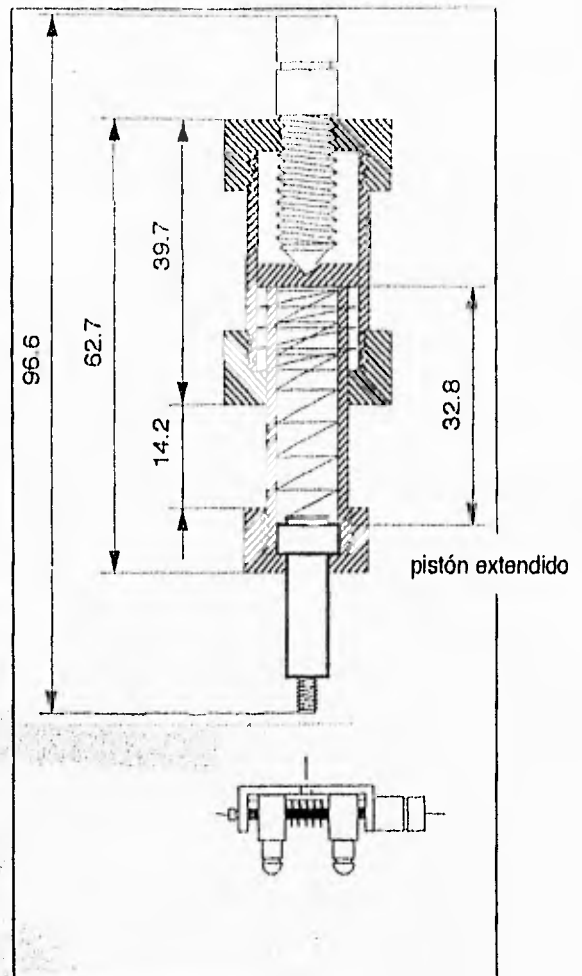


vista frontal



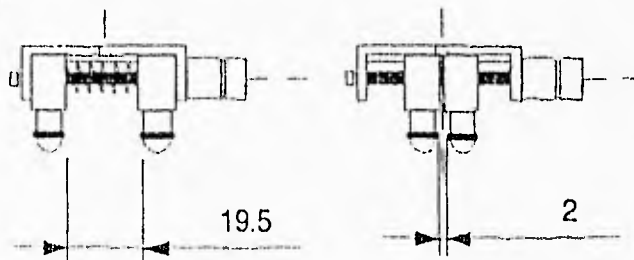
## El sistema de fijación

Los postes van a atravesar las barras por sus extremos. De esta manera las barras permanecerán horizontales y paralelas al plano de la mesa. La **barra inferior** es prácticamente la que recibe el peso del elemento, distribuyendo las cargas a lo largo de los postes. Las barras poseen **sistemas opresores** que les permiten sujetarse a los postes con lo que es posible recorrerlas a lo largo de ellos para fijarlas a cierta altura con respecto al plano de la mesa. La **barra superior** es la que sujeta al elemento para evitar que caiga por inclinación hacia el frente o hacia atrás con respecto al plano vertical que forma el soporte. Esto es posible, gracias al mecanismo que forma **la interfaz**; en el cual se recurre al "contacto tangencial de las interfases" que poseen las monturas de tipo toroidal, gracias a tres puntos semiesféricos que se ajustan al espesor del canto o bisel de la lente o espejo. Así el sistema permite **fijar** el elemento a una altura definida.



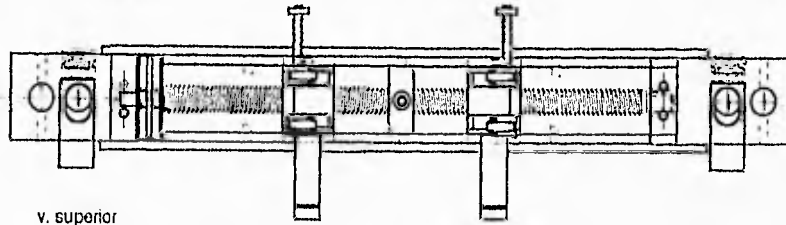
Izquierda: El mecanismo de interfaz con resorte de precarga para evitar "backlash".

Abajo: máxima y mínima apertura de los puntos de interfaz. En ellos aparece el "o-ring" (elastómero) cuya forma permite cumplir con la función de la "interfaz del tipo toroidal"

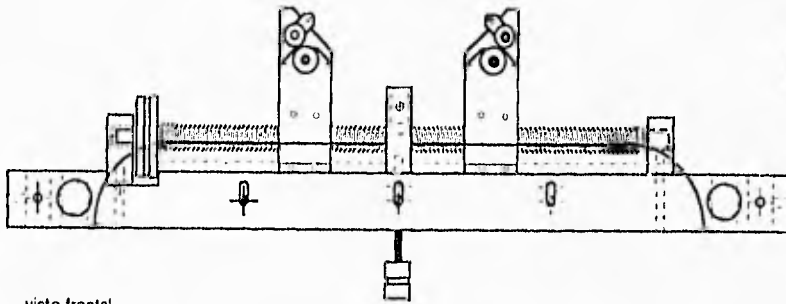


## El sistema de Centrado

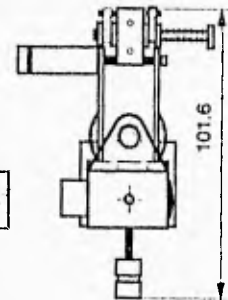
En la barra inferior existen **dos apoyos independientes** que tienen una inclinación de 45 grados con respecto a la horizontal y que forman una superficie en "v". Ambas corren a lo largo de la barra y se pueden desplazar en "espejo" desde el centro hasta los extremos y viceversa. Es posible separar estas superficies a cierta distancia, para colocar al elemento en medio de ellas según sus dimensiones, y así lograr que los puntos de contacto entre dichas superficies con el canto de la figura formen un ángulo de 120 grados con respecto a su centro óptico. El espesor en la **interfaz** es de 10 mms. Al descansar el elemento en ambas superficies se logra el centrado con el eje mecánico del soporte.



v. superior



vista frontal

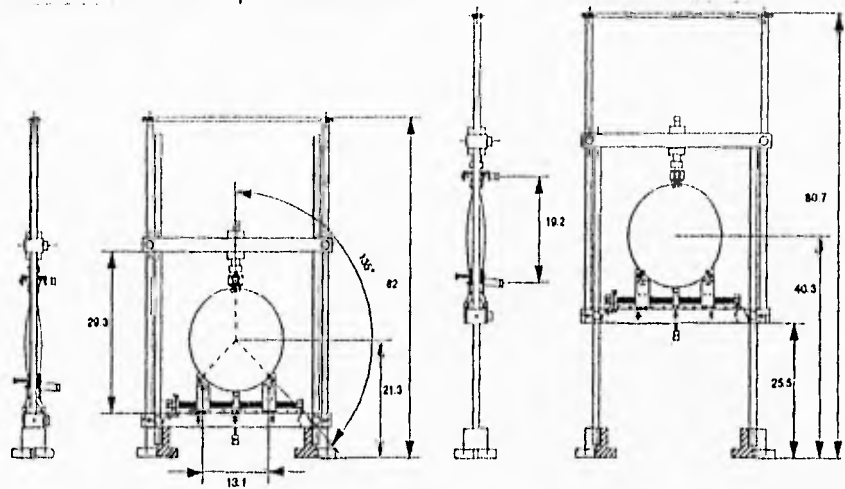


v. lateral

## El sistema para Alinear

Como sabemos, la altura del eje óptico del sistema estará dada por la posición del rayo laser y por la respectiva correspondencia de los ejes de los elementos que forman el arreglo; así la figura que se monte en el soporte tendrá que alinearse con el resto del sistema.

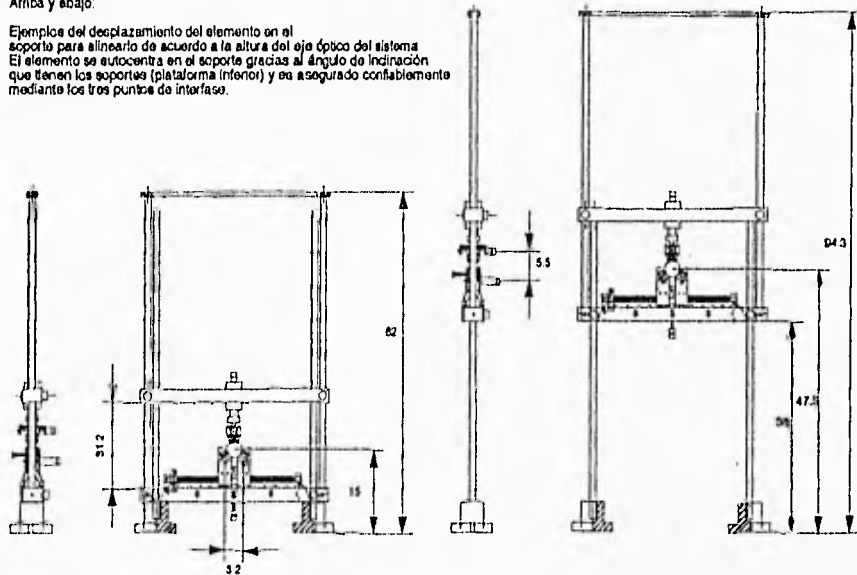
En la barra inferior están insertos **dos postes ejes** que cruzan a la barra superior. Su propósito es servir de ejes de desplazamiento de la barra superior para fijar al elemento según sus dimensiones sin afectar la altura en la que se encuentra posicionado este último. Así, el elemento ya fijo, podrá ser **alineado** a la altura del rayo de luz con solo desplazar la barra inferior.



El soporte con elemento de mayor diámetro: 6 pulgadas (151mm)

Arriba y abajo.

Ejemplo del desplazamiento del elemento en el soporte para alinearlo de acuerdo a la altura del eje óptico del sistema. El elemento se autocentra en el soporte gracias al ángulo de inclinación que tienen los soportes (plataforma inferior) y es asegurado confiablemente mediante los tres puntos de interfase.



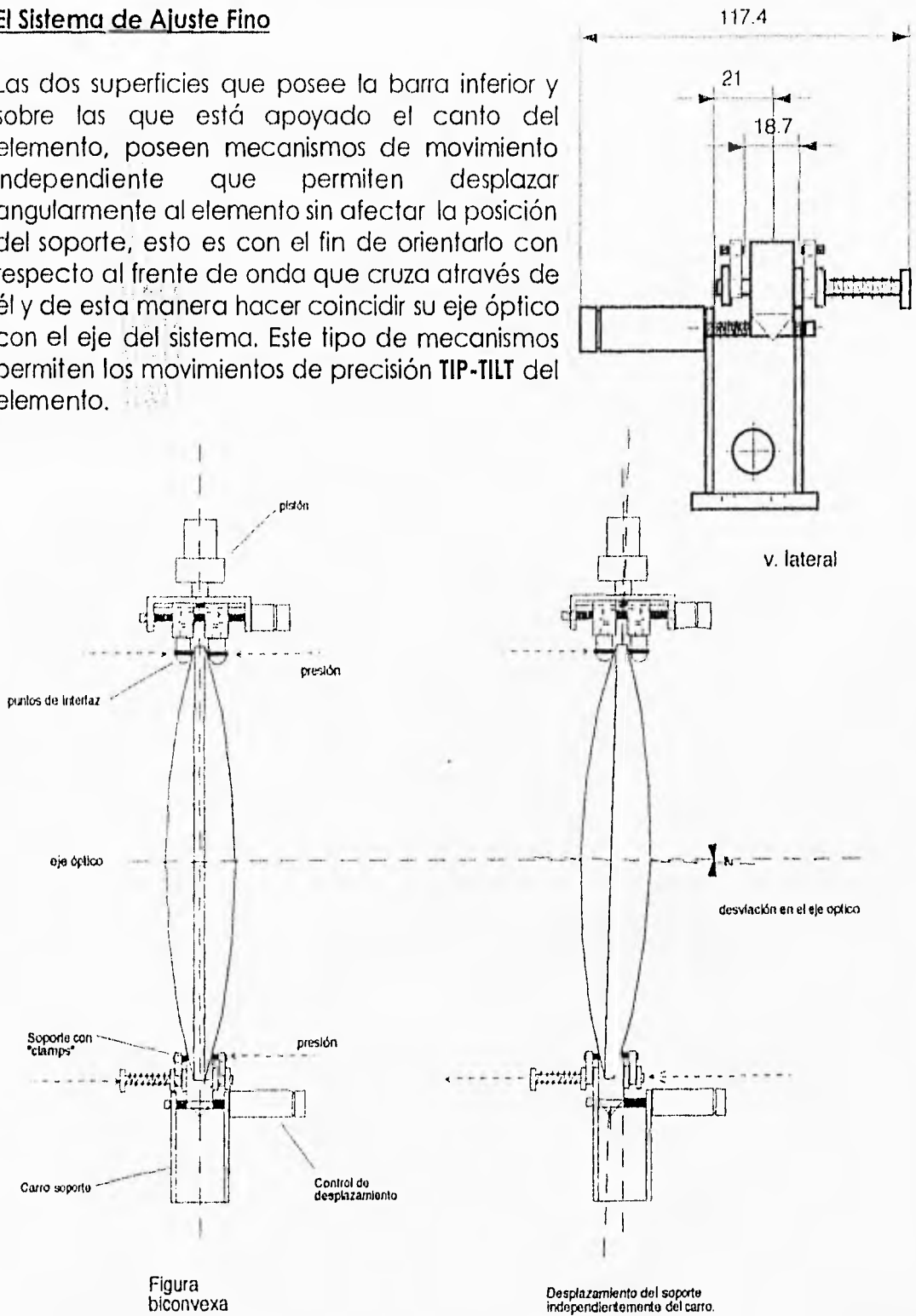
El soporte con elemento de menor diámetro: 1 pulgada (2.54cm)

Distancia entre los controles

Altura Máxima

## El Sistema de Ajuste Fino

Las dos superficies que posee la barra inferior y sobre las que está apoyado el canto del elemento, poseen mecanismos de movimiento independiente que permiten desplazar angularmente al elemento sin afectar la posición del soporte, esto es con el fin de orientarlo con respecto al frente de onda que cruza através de él y de esta manera hacer coincidir su eje óptico con el eje del sistema. Este tipo de mecanismos permiten los movimientos de precisión **TIP-TILT** del elemento.



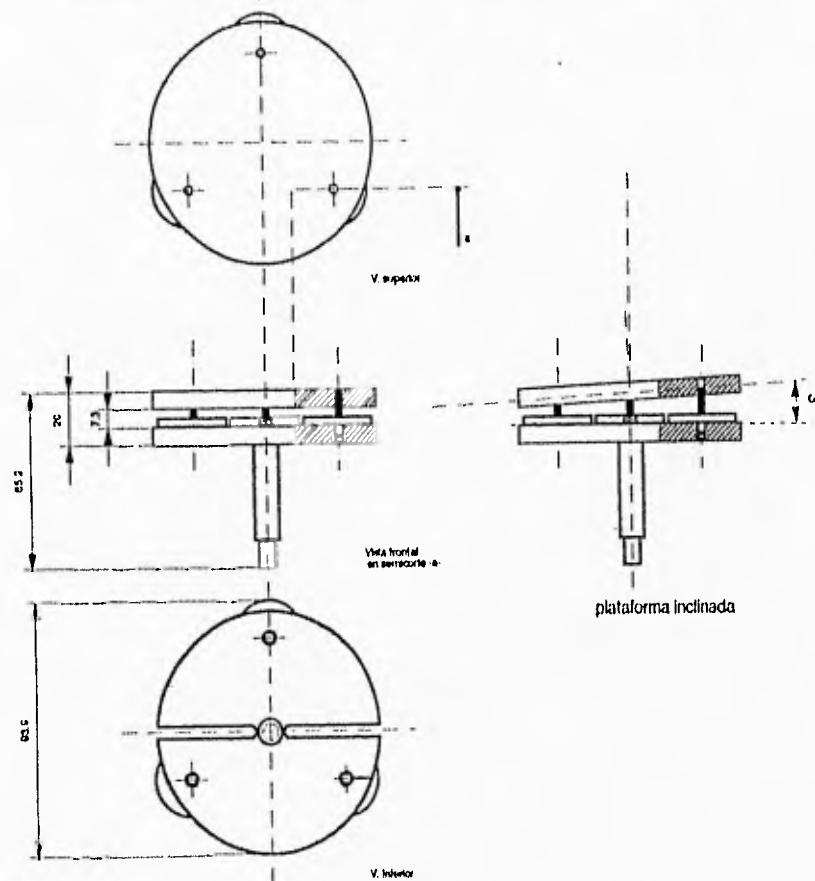
## LOS ACCESORIOS

Para que el objeto pueda sujetar **cuerpos monolíticos** como los prismas y ciertos divisores de haz,, así como elementos planos, existen dos accesorios especiales para ello.

### La mesa rotatoria-tip/tilt

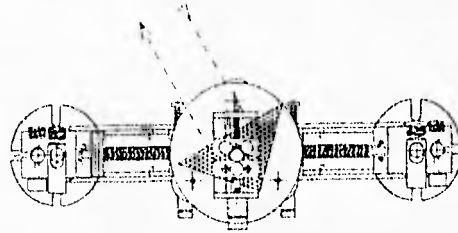
#### • qué es

Sabemos que los prismas y algunos divisores de haz permiten desviar la línea de visión de una imagen de acuerdo a las propiedades ópticas que tienen sus diversas geometrías. La **mesa rotatoria-tip/tilt** es un accesorio que **soporta** cuerpos monolíticos de ciertas dimensiones. La mesa puede fijarse al soporte, rotar sobre un eje y permite modificar su ángulo con respecto al plano horizontal de la mesa óptica. Tiene 10 cms. de diámetro sobre el que descansa la superficie no útil del elemento.

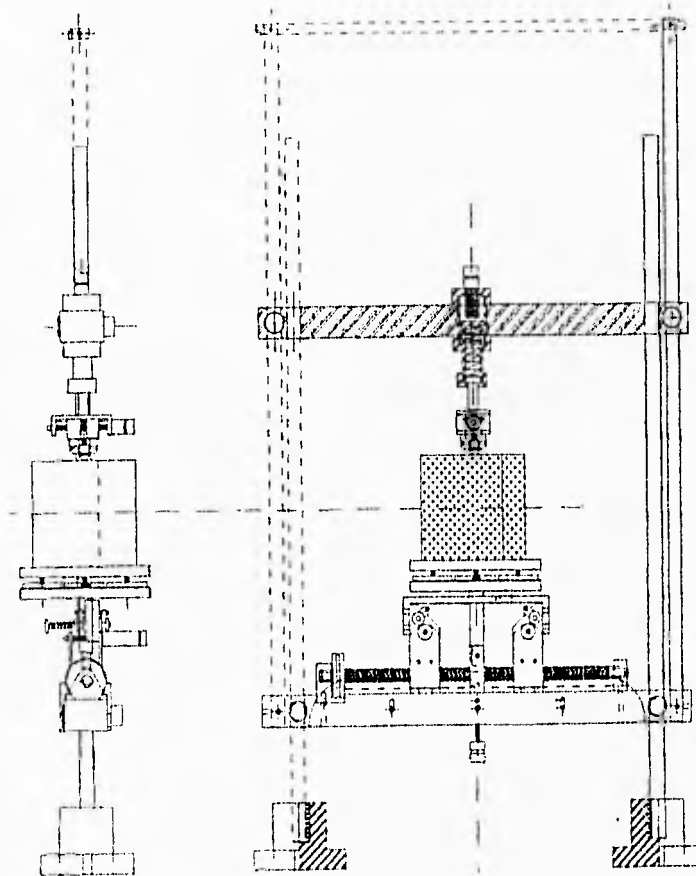


- cómo funciona

La superficie de la mesa que tiene contacto con la cara no útil del prisma es la que se inclina en relación al plano horizontal. Debajo de ella y sujetándola se encuentran tres tornillos de **ajuste** distribuidos entre sí a 120 grados. Están asegurados a la **placa inmóvil** que tiene un **poste eje** y gracias al cual la mesa puede posicionarse simétricamente en el objeto. Dos de los tornillos (X-Y) pueden roscarse mientras que el tercero (Z) está fijo y actúa como punto pivote. Los tornillos X - Y están roscados a la superficie móvil de modo que la jalen o la empujan con respecto a la placa inmóvil, lo que va a provocar la inclinación de la superficie para hacer los ajustes tip-tilt.



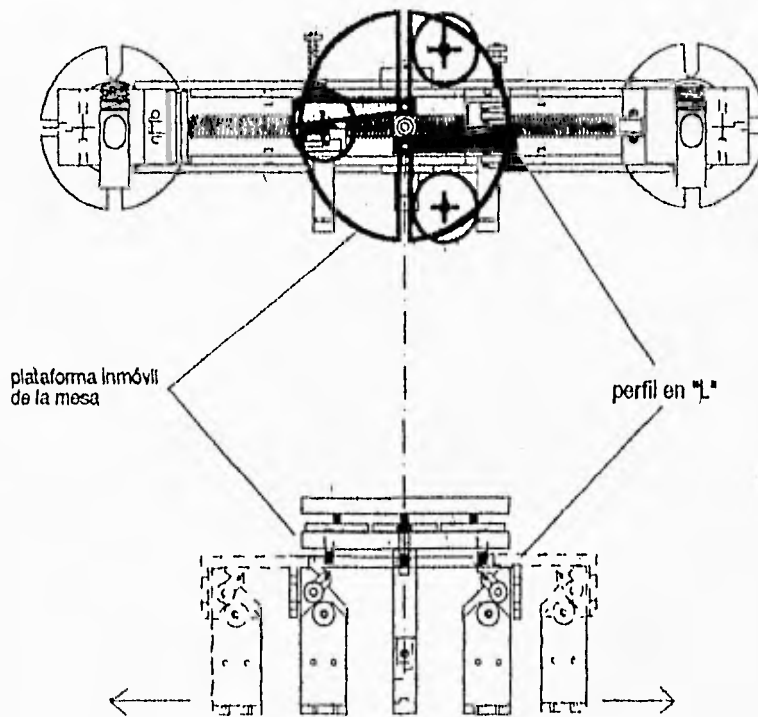
En vista superior



- para qué sirven sus mecanismos

La mesa permite posicionar el elemento en el soporte y alinearlo con el sistema. Con el mecanismo de rotación es posible modificar el ángulo de reflexión del sistema, mientras que con el de ajuste se corrige la inclinación del elemento con respecto al eje óptico del sistema. Sobre la mesa se pueden posicionar cuerpos cuyas dimensiones no excedan en  $X=10$   $Y=10$  y  $Z=15$  cms. con el fin de asegurar, una buena confiabilidad del área de apoyo de la mesa y un claro de apertura efectivo con respecto al **sistema de fijación**. El sistema de rotación de la mesa es posible con un mecanismo semejante a la "transmisión Ginebra" pero con movimiento continuo. La variación en el ángulo de la superficie se logra ajustando la altura de esta con respecto a su placa de apoyo según el mismo principio aplicado en el "goniómetro".

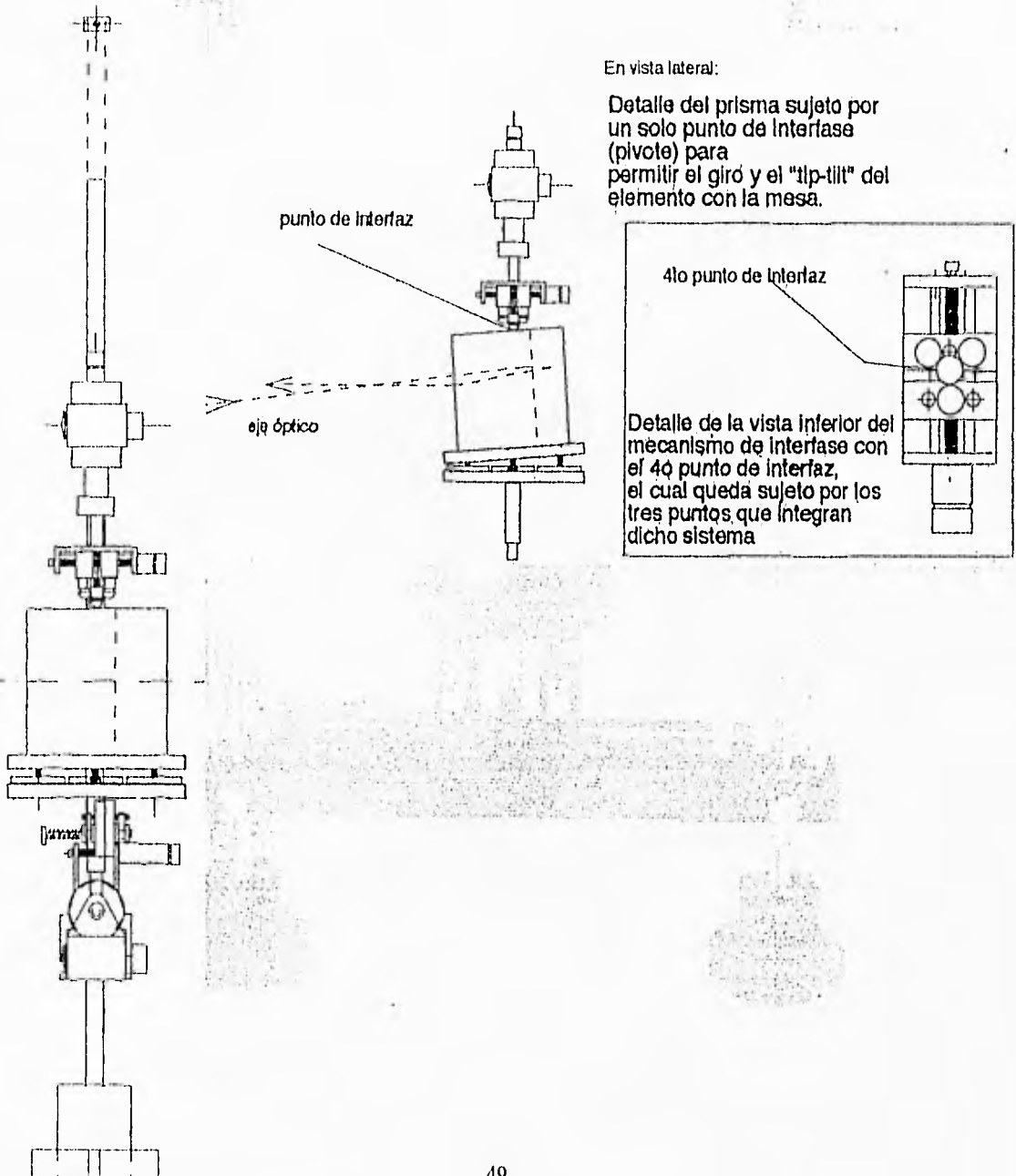
La mesa gira de acuerdo al principio de "par de fuerzas". Un perfil en "L" se ajusta en uno de los canales de la plataforma inmóvil de la mesa, así, al desplazarse el carro, éste provoca el giro. (Mecanismo Génova)



En líneas punteadas se muestra el desplazamiento de los carros

• cómo queda fijo el cuerpo al objeto

El cuerpo queda fijo a la mesa mediante **los puntos de interfaz** que se encuentra en la barra superior. Este punto fija al elemento presionándolo colinealmente hacia la mesa de rotación. Así el elemento queda sujeto y puede rotar junto con la mesa y hacer correcciones tip-tilt. El **área de interfaz** del elemento con la mesa corresponde a la cara **ópticamente no útil** del prisma o el divisor.



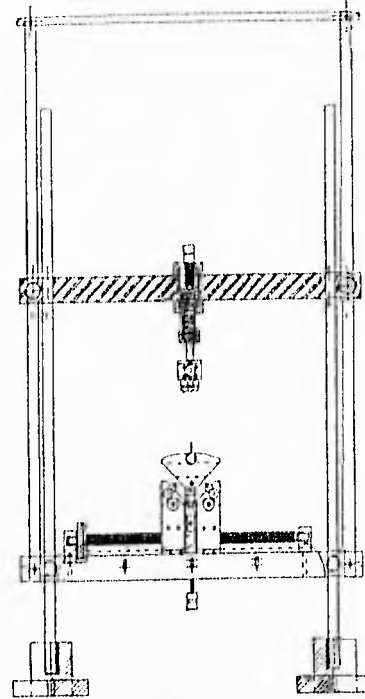
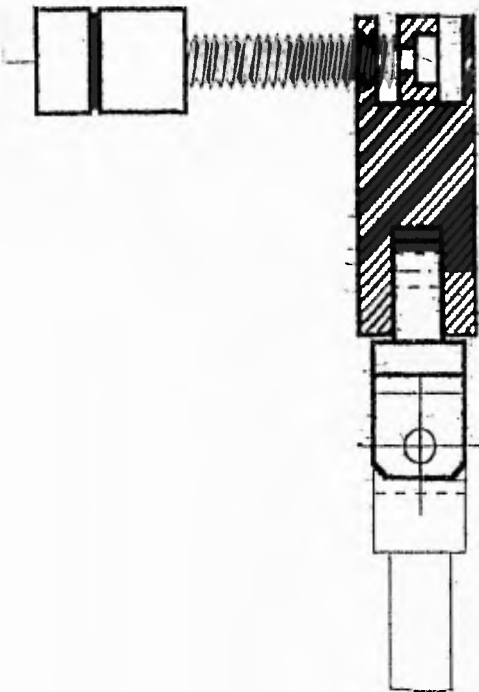


## El soporte para cuerpos planos (SCP)

- qué es

Es un accesorio que permite posicionar filtros, dispersores, polarizadores y algunos espejos planos. El soporte tiene un perfil en "U" en medio del cual se ajusta el elemento. Se adapta al objeto en el mismo lugar que ocupa la mesa y puede girarse e inclinarse gracias a un mecanismo de unión tipo rótula

- cómo funciona

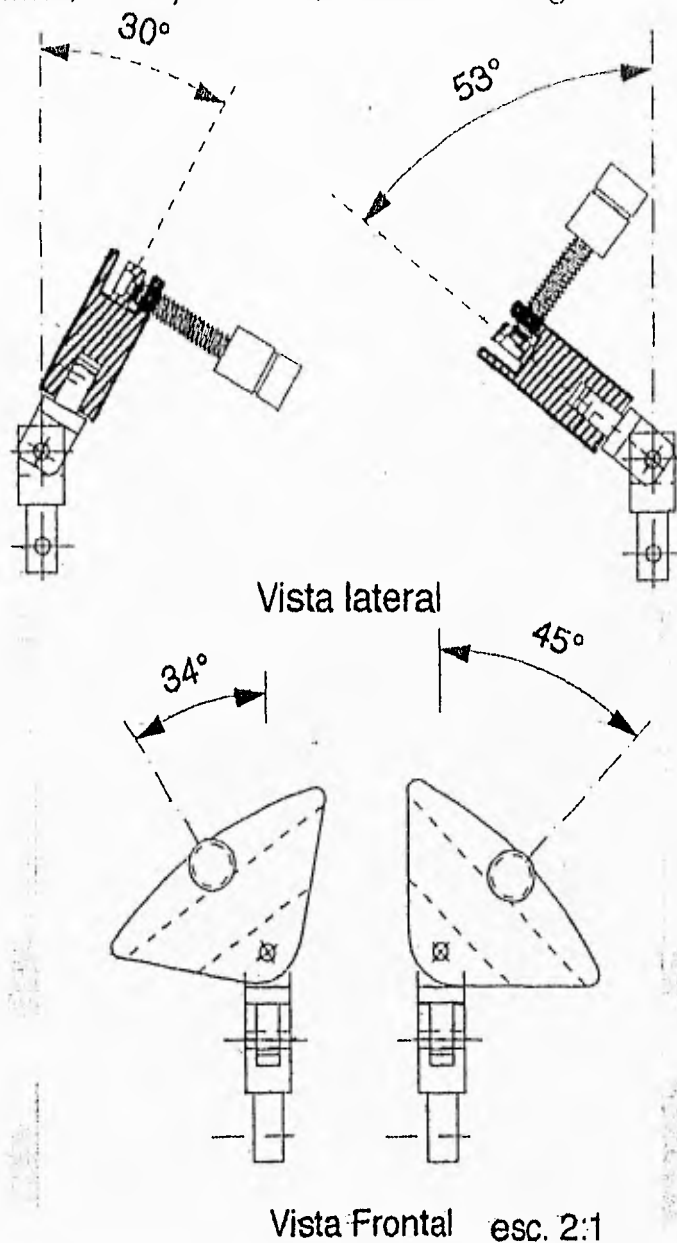


Según el grado crítico de montura para elementos ópticos, este tipo de cuerpos tienen una mayor tolerancia a los ajustes que el resto de los elementos. De modo que la solución de su diseño es relativamente más sencillo que aquella del objeto y de la mesa rotatoria.

Gracias a la forma de perfil del soporte, un cuerpo plano que no exceda los 2 cms. de espesor y los 15 cms. de altura podrá quedar posicionado en el accesorio. Para fijar al elemento, un tornillo que está en el eje simétrico del soporte oprime al elemento contra la cara posterior del perfil. Dos aspectos importantes para fijar estos elementos al soporte es asegurarlos bien y dejar libre el mayor claro de apertura posible.

- para qué sirve inclinar o girar el soporte

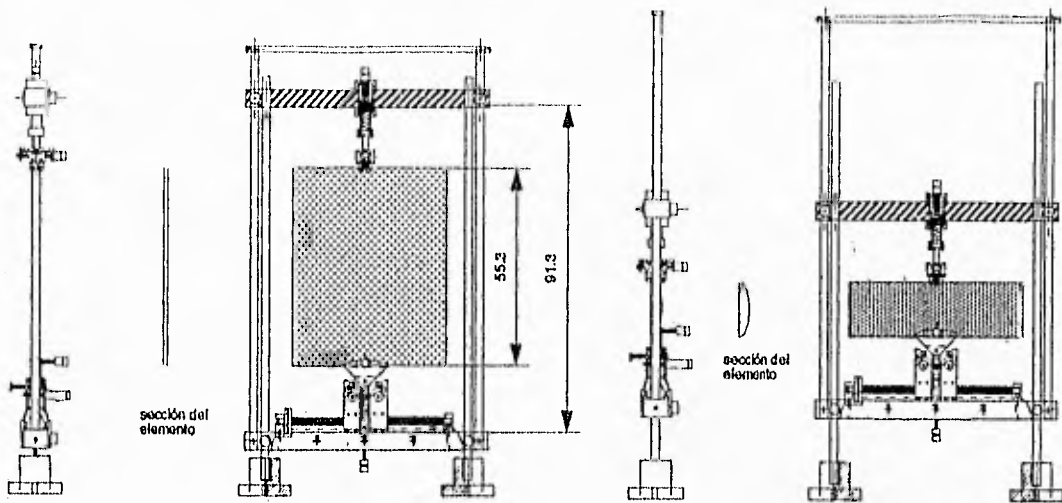
El mecanismo de unión tipo rótula está dirigido en su uso para espejos planos de primera y segunda superficie en donde el fenómeno de reflexión permite, como ya lo vimos, "doblar" un arreglo.



Diferentes posiciones del Portafiltros

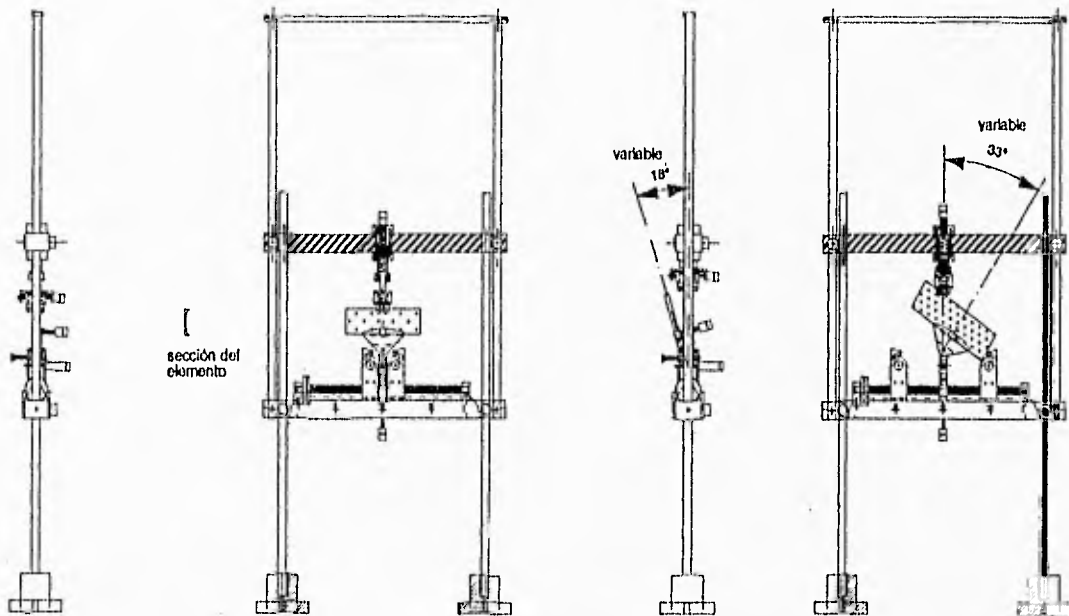
• cómo queda fijo el elemento al objeto

Una vez que el elemento está fijo al soporte, los **puntos de interfase** se ajustan al tamaño de éste y solamente podrá girar en el **eje simétrico** del objeto.



Arriba y abajo:

Diferentes figuras de elementos planos así como variación de su altura.



Soporte con el portafiltros girado tanto en el plano lateral como en el frontal

## 2 ANALISIS DE FUNCIÓN DEL SOPORTE

### El Desplegado Visual

El Soporte Universal es un instrumento que posee un despliegue de dispositivos que comunican funciones específicas de control. Dicho despliegue es un sistema dinámico. Tiene una cara frontal y una posterior.

### Características:

- Los **controles** tienen forma cilíndrica y están orientados lineal y horizontalmente con respecto al frente del instrumento, vertical y perpendicularmente con respecto a su parte inferior y superior.
- Poseen una **escala fija** y un **punto indicador** a la escala de movimiento.
- Muestran la **escala parcial** de su desplazamiento.
- El instrumento posee un sólo tipo de diseño en los **símbolos y gráficas**.
- La numeración está escalada en incrementos por unidades.

### Consideraciones de Visibilidad

El rango de visibilidad del instrumento oscila entre los 20 grados sobre el eje de la vertical (Y) y 60 grados sobre el eje de la horizontal (X) a partir de la línea típica de visión.

El instrumento posee **indicadores de numerales** para conocer la posición de sus diferentes partes. Uno de los **carros de desplazamiento** indica el **diámetro** del elemento que puede colocarse en él. Por ejemplo, si se quiere montar una lente de 1 pulgada de diámetro, es necesario que el carro indique el número que se encuentra impreso en la cara frontal de la plataforma. Por su parte, los **soportes a 45°** tienen un indicador que permite mostrar el desplazamiento sobre el eje del control, gracias a la escala impresa en un costado del carro de desplazamiento. Los números y escalas son de color blanco sobre el fondo negro lo que nos da un alto contraste y una mejor visibilidad, sobre todo para ambientes de poca iluminación.

### Capacidad de Distinción

La distancia que existe entre cada uno de los numerales de la escala, está dada por la carrera del indicador sobre la plataforma de desplazamiento.

### Símbolos

Para la escala se utilizaron **caracteres alfa numéricos** (a, 1 b, 2 c, 3, d, etc) dada la familiaridad que el usuario tiene con ellos y por ser del dominio público. Los caracteres del Tipo Avantgarde de 10 puntos fueron los adecuados.

### Referencias de Movimiento dentro del Desplegado

El Soporte es un **sistema estático**, que tiene a los indicadores y a los sistemas de desplazamiento como partes **dinámicas**.

### El Desplegado Táctil

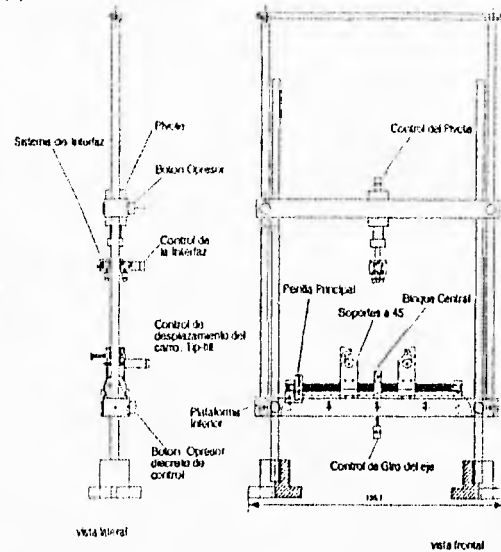
Dentro el instrumento se encuentra un desplegado de controles al tacto, categorizados como de "**tacto activo**" pues en ellos interviene el tacto no sólo como reconocimiento del sistema, sino también la presión y la fuerza en su manejo y operación, pues con ellos se altera la posición de ciertas piezas.

## Controles Mecánicos

El instrumento posee 13 dispositivos de control .

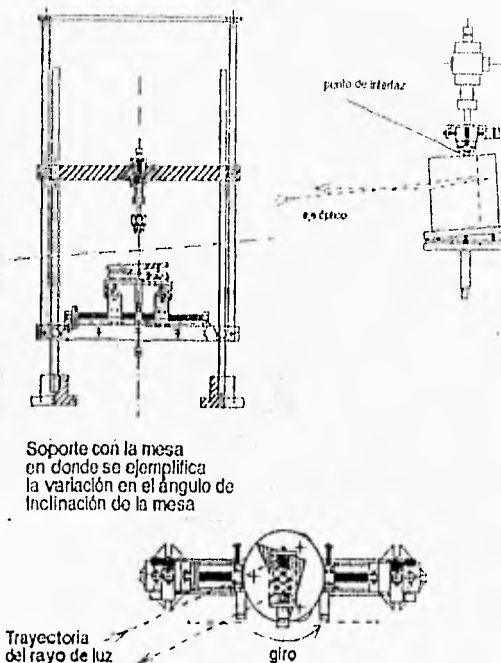
Al frente del instrumento y como parte fundamental en la sujeción de la estructura principal tenemos **4 botones discretos de control** que al presionarlos permiten la transición de movimientos y posiciones limitadas; sujetar y liberar las plataformas o barras.

Los restantes 9 controles se encuentran dentro de la categoría de **controles continuos rotatorios** que permiten graduar y ajustar con precisión las piezas que controlan.



## Funciones de los dispositivos de control

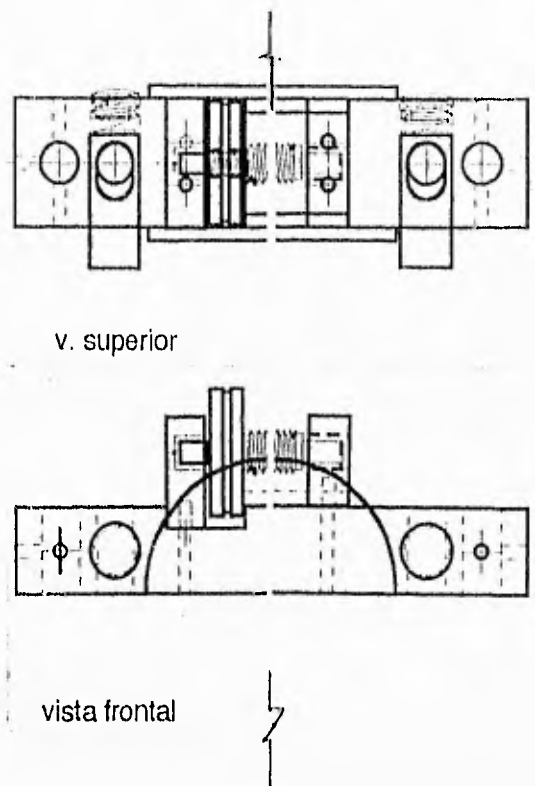
Los 2 controles que se encuentran en la **mesa rotatoria** actúan empujando o jalando la mesa para inclinarla. Con la **Perilla principal** se consigue rotar la mesa y su movimiento se limita mediante el **tornillo opresor del bloque central** al frente del instrumento. El **control inferior** funciona como opresor del tornillo sin fin para evitar su giro. El **control del pivote** provoca el desplazamiento en dirección vertical del **sistema de Interfaz** con el objeto de presionar al elemento para fijarlo al instrumento. En este sistema se halla un control que abre o cierra los **puntos de interfase**.



### Los Botones de Contacto

Son del tipo de "**contacto permanente**" y su empuje permite liberar las plataformas. Se encuentra uno en cada extremo de ellas y resaltan visiblemente sobre la superficie. Actúan mediante la presión de la yema del dedo pulgar y el dedo índice como contrapoyo. La presión debe ser **sincrónica** es decir, ambos botones deben ser oprimidos simultáneamente para poder desplazar la plataforma en sentido vertical a lo largo de las barras guía. El desplazamiento de los botones hacia el interior de la plataforma es de 4 milímetros y su diámetro es de 12.5 milímetros.

(Design Parameters for Pushbuttons. Moore, 1975)



### Perillas de Movimiento

A este tipo de controles también se les conoce como **perillas o diales**. Aquellas que regulan el movimiento "tip y tilt" se localizan en la cara frontal del instrumento, es decir, por donde entra el haz de luz. Su giro es en el sentido de las manecillas del reloj; con ellos el operador mueve independientemente los soportes a 45° de los carros de desplazamiento.

La **perilla** que desplaza los **carros** tiene como eje al tornillo sin fin, el cual posee una cuerda izquierda y una derecha con el fin de moverlos simultáneamente. La perilla o **control del pivote** actúa perpendicular el eje óptico y mecánico del sistema. Al girar el **control** en el sentido de las manecillas del reloj, el cuerpo del pivote es desplazado hacia la plataforma inferior hasta que los puntos de interfase oprimen el canto o la superficie del elemento. En un giro inverso, el cuerpo se retrae hasta su posición de origen mediante un mecanismo de **resortes de precarga**.

## USO DEL SOPORTE

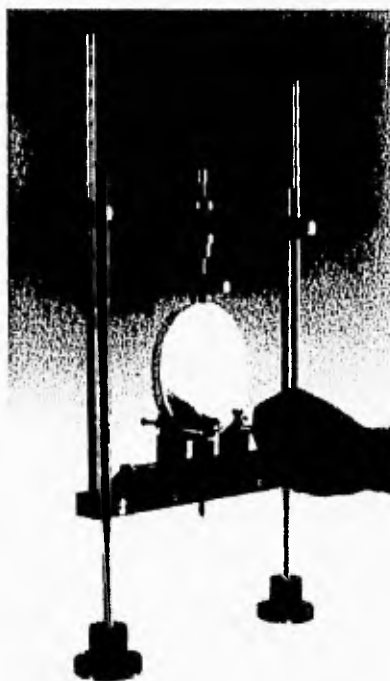
A continuación se describe el uso del Soporte sobre la mesa óptica de acuerdo con el **Procedimiento de Instalación**, su **Posicionamiento en el arreglo** y **Montaje del elemento óptico**. Recordemos que el rayo láser va determinar el eje óptico de todo el sistema.

- Se mide el diámetro y el espesor del canto o bisel de la lente o el espejo.
- Se ubica el soporte en su posición dentro del arreglo óptico y se orienta la cara frontal de éste de acuerdo con el rayo láser.
- El Soporte se fija a la mesa por sus dos bases mediante tornillos allen  $\frac{1}{4}$ -NC de acuerdo con la red de barrenos que tiene la mesa.
- Se verifica la posición de los **Soportes a 45°**. El indicador debe estar en "0" de la escala.
- Se gira la **Perilla principal** con el dedo índice para mover los **Carros de Desplazamiento** hasta el diámetro deseado.
- Se recorren las plataformas a una distancia proporcional al **claro de abertura** del elemento y a la **altura total de la mesa** y su **eje de giro**, con el fin de facilitar el montaje de la lente o el espejo.
- Se verifica la distancia que hay entre los **puntos de interfaz** de dicho sistema y de ser necesario se ajustan al espesor del canto del elemento girando el **control**.
- Con la mano protegida con un guante, se toma la lente o el espejo por su canto y se coloca en los **Soportes a 45°** mientras que con la otra mano se gira el control de pivote para bajar el **Sistema de Interfaz** hasta que el elemento queda situado debajo de él. Aquí el elemento se **autocentra**.
- Una vez montado el elemento en el Instrumento se asegura en cada uno de los **Soportes a 45°** mediante las **grapas o clamps**. Cada soporte tiene **2 grapas** una delante de otra de manera que el elemento queda sujeto entre ambas. Para lograr esto, se toma la pieza con los dedos índice y pulgar y se retrae hasta que ajuste con el espesor del canto. Ésta posee un resorte que actúa a compresión. La misma operación se repite para el otro soporte a 45°. Así, el canto del elemento se apoya en los **Soportes a 45°** y se asegura con las grapas.



- Los **Puntos de Interfaz** se ajustan al espesor del canto del elemento haciendo girar el **control** con los dedos índice y pulgar.
- Una vez asegurado el elemento tanto por las grapas de los dos soportes a 45° como por los puntos del sistema de interfaz, se procede a **alinearse** el centro óptico del elemento con el eje óptico que describe el rayo láser:
- Con los dedos índice y pulgar de ambas manos, se presionan sincrónicamente los **Botones discretos de control** que se encuentran en los extremos de la **Plataforma inferior** y se mantienen oprimidos a fin de liberarla y desplazarla hasta la altura en que se alinean el rayo laser con el centro óptico del elemento. En ese momento se dejan de presionar los botones y la plataforma queda fija.
- Si se quiere modificar la presión que ejerce el **Sistema de Interfaz** en el canto del elemento, se desplaza la **Plataforma superior** hacia el elemento o se gira el control del pivote que hace descender al **Sistema de interfaz** independientemente de la plataforma superior.

Una vez que el elemento se encuentra alineado, se procede a hacer el **ajuste fino de "tip-tilt"** haciendo girar el **control del soporte a 45°**, con esto se desplaza angularmente al elemento hasta inclinarlo unos grados con respecto al plano frontal de todo el Soporte.

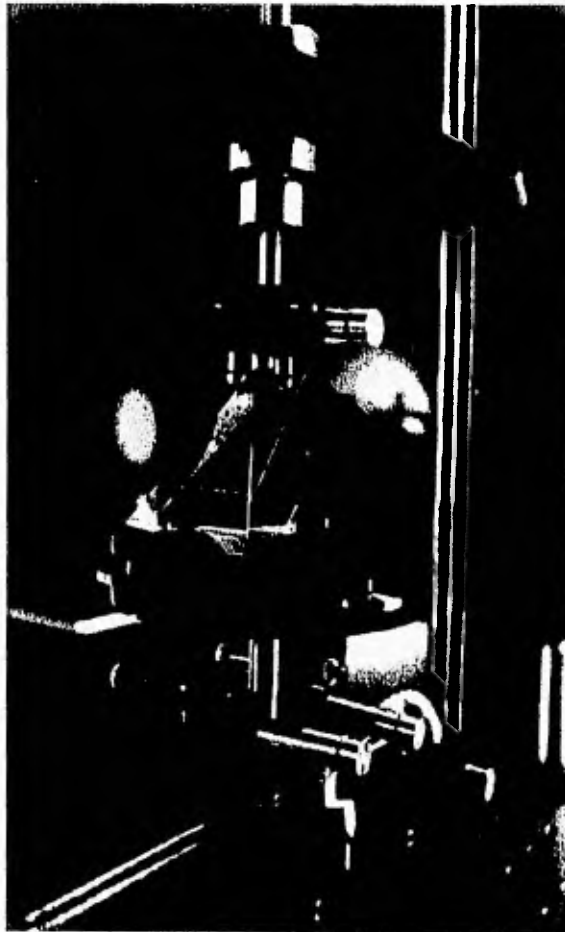


Soporte Universal con un espejo de prueba

El procedimiento para montar PRISMAS es el siguiente:

- Una vez que el soporte se encuentra ubicado en el arreglo óptico, se mide la altura del prisma.
- Se recorren las plataformas a una distancia proporcional al **claro de abertura** del elemento y a la **altura total de la mesa** y su **eje de giro**
- Se verifica la **posición** de uno los soportes a  $45^\circ$ , su indicador debe apuntar al centro de la escala.
- Se procede a atornillar en un costado de ellos (el cateto opuesto del triángulo) el **Perfil para girar la mesa**, sujetándolo con una mano y atornillándolo con la otra.
- Se toma con una mano la **Mesa de prismas** y se verifica que el nivel de la **Placa móvil** coincida con el plano horizontal de la mesa óptica. Esta corrección se realiza girando los **Tornillos de ajuste de inclinación** con la yema del dedo índice o pulgar. La mesa posee tres tornillos de ajuste uno de los cuales está fijo y actúa como pivote o punto de referencia y los dos restantes son los controles.
- Se inserta el **Eje de giro de la mesa** en el **Bloque central** del soporte y se verifica que el **punto fijo** del perfil de giro ajuste con el canal de la placa fija de la mesa.
- Se verifica la rotación de la mesa girando la **Perilla principal** con el dedo índice.
- Se coloca el prisma en el centro de la mesa.
- Se verifica la posición del **Sistema de interfaz** y se coloca el **cuarto punto de interfaz** en medio de los tres puntos. Éstos lo sujetan al girar el control.
- Con las dos manos se baja la **Plataforma superior** hasta acercar el **4º punto de interfaz** a la superficie del prisma.
- Con el **Control del pivote** se hace descender el sistema de interfaz hasta que toca la superficie del prisma y lo oprime contra la mesa.
- Una vez asegurado el prisma se procede a **aline**ar el soporte, bajando o subiendo la **plataforma inferior**.

- Se hacen los **ajustes finos**. Para lo cual la mesa se asegura al **Bloque central** con el **Tornillo opresor** del bloque central y se giran los tornillos de ajuste de la mesa para modificar la inclinación "tip-tilt" y con ello varía el ángulo de salida del rayo láser.
- Si se quiere rotar la mesa, se afloja el **Tornillo opresor** del bloque central y se gira la **Perilla principal**.



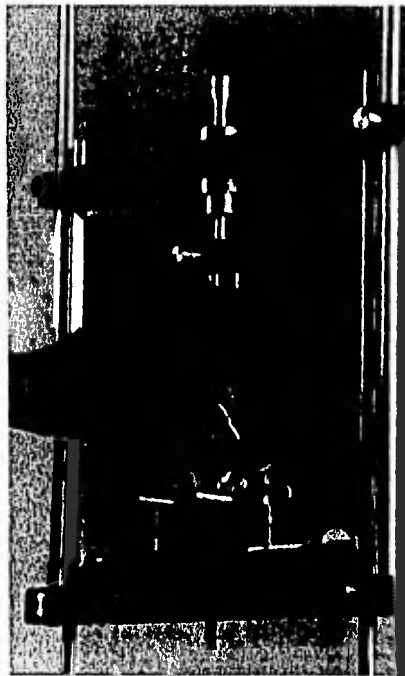
Soporte Universal con la mesa para prismas  
en el laboratorio

El procedimiento para montar **FILTROS O ELEMENTOS PLANOS** es el siguiente:

- Se mide la altura y el espesor del elemento
- Se recorren las plataformas a una distancia proporcional al **claro de abertura** del elemento más la altura total del **Portafiltras**.
- Se toma el **Portafiltras** con una mano y se inserta su **eje de giro** en el **Bloque central**
- Se verifica que el **Portafiltras** esté en el mismo plano frontal que el **Soporte**.

Se verifica que el **Tornillo opresor de la Interfaz del portafiltras** no obstruya el canal dentro del cual va a descansar el elemento.

- Con la mano protegida por un guante se toma el elemento y se coloca con el canto hacia el interior del canal del portafiltras mientras que con la otra mano se gira el **Tornillo opresor de la Interfaz del portafiltras** hasta asegurarlo.
- De ser necesario, se asegura el filtro por su parte superior con el Sistema de interfaz.



Ajustando el Portafiltras en el Soporte Universal

## "Even an electric motor must look like a birthday present"

(The AEG)

*Aún un motor eléctrico debe parecer un regalo de cumpleaños*

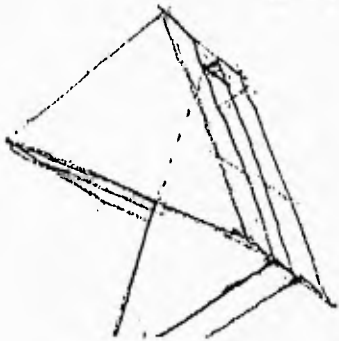
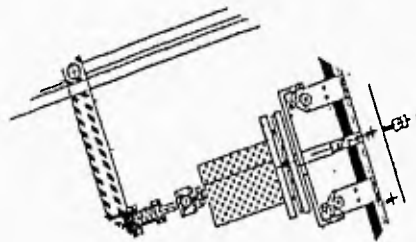
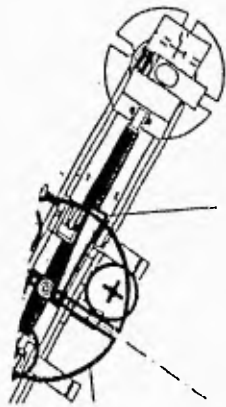
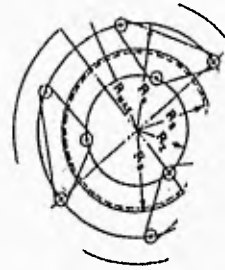
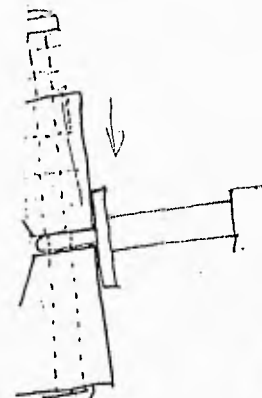
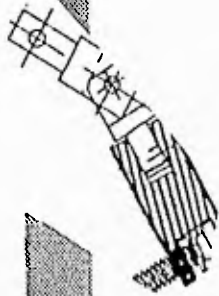
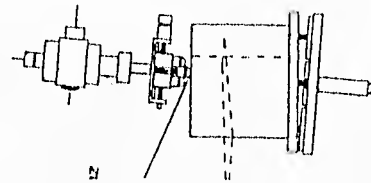
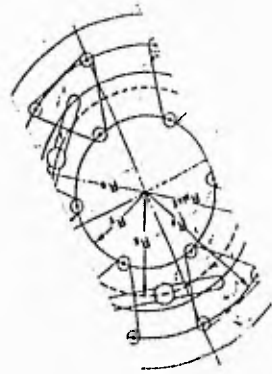
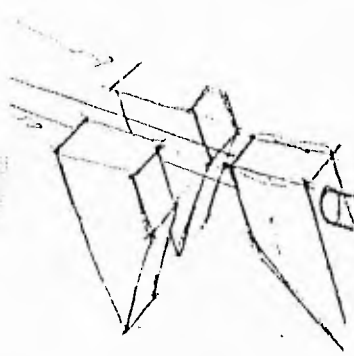
### La Forma del Soporte

La forma de este objeto no es una consecuencia de la función del instrumento, ella deriva fundamentalmente de estructuras geométricas muy simples que son las que configuran las piezas del Soporte. Una trama de líneas horizontales y verticales permiten guardar las proporciones entre las partes y a su vez funcionar como referencias de composición visual. Tratando de llevar la técnica de la óptica geométrica de las artes gráficas a un objeto industrial. La simetría de las figuras dadas por los procesos de manufactura empleados son sus rasgos esenciales.

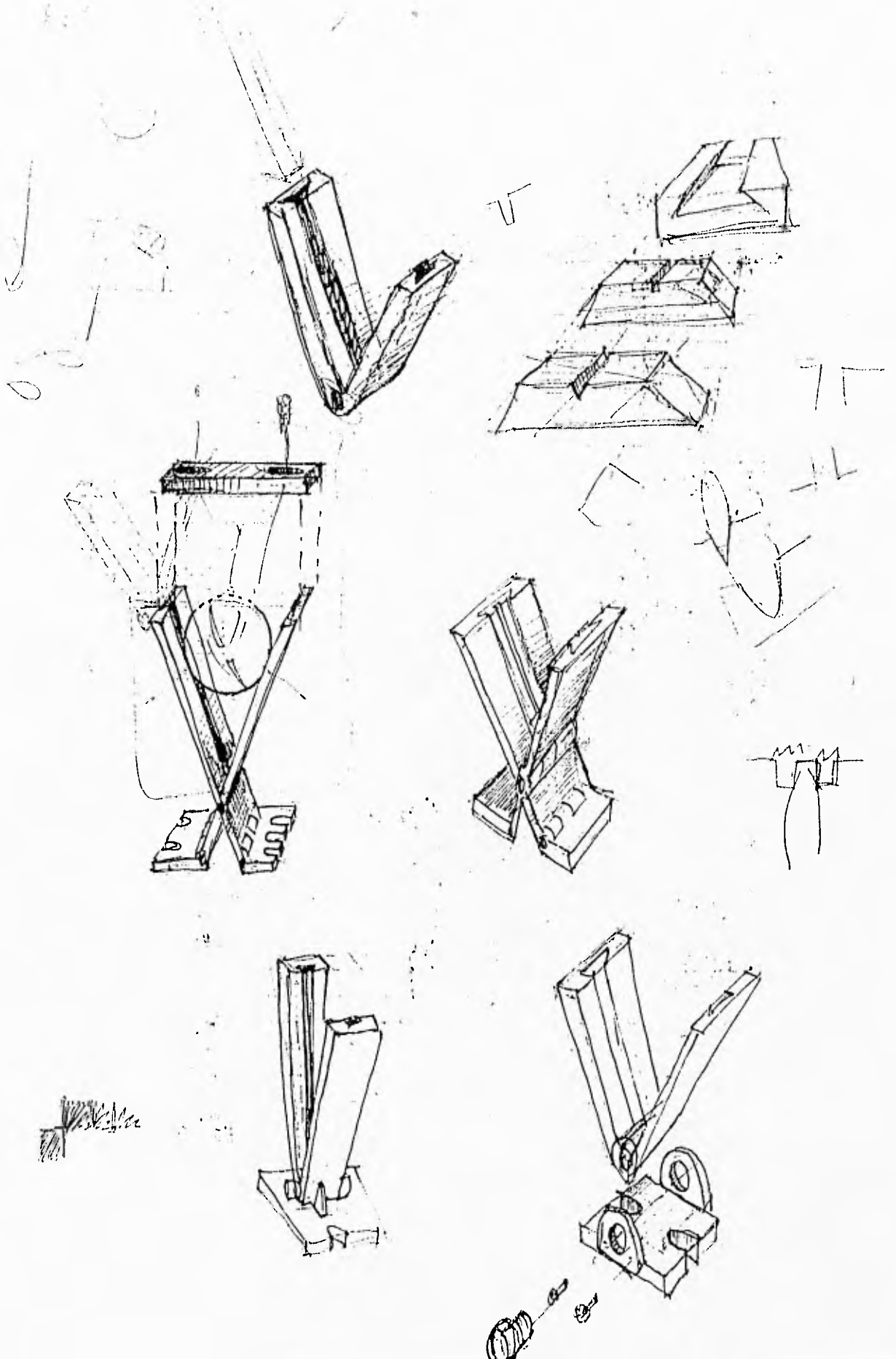
Los colores del Soporte tienen que ver con el acabado natural del material de algunas piezas. Básicamente dominan los grises de los metales y el negro mate de las partes de aluminio anodizado. La razón de esto, es meramente funcional, ya que por las condiciones de laboratorio antes descritas en este trabajo, el anodizado evita reflejos de luz y la aísla parcialmente de la electricidad.

Sin embargo, para romper un poco con la sobriedad del objeto, dotarlo de "vida" y enriquecerlo cosméticamente, se aplicaron a "o-rings" de color verde como detalles en los controles.

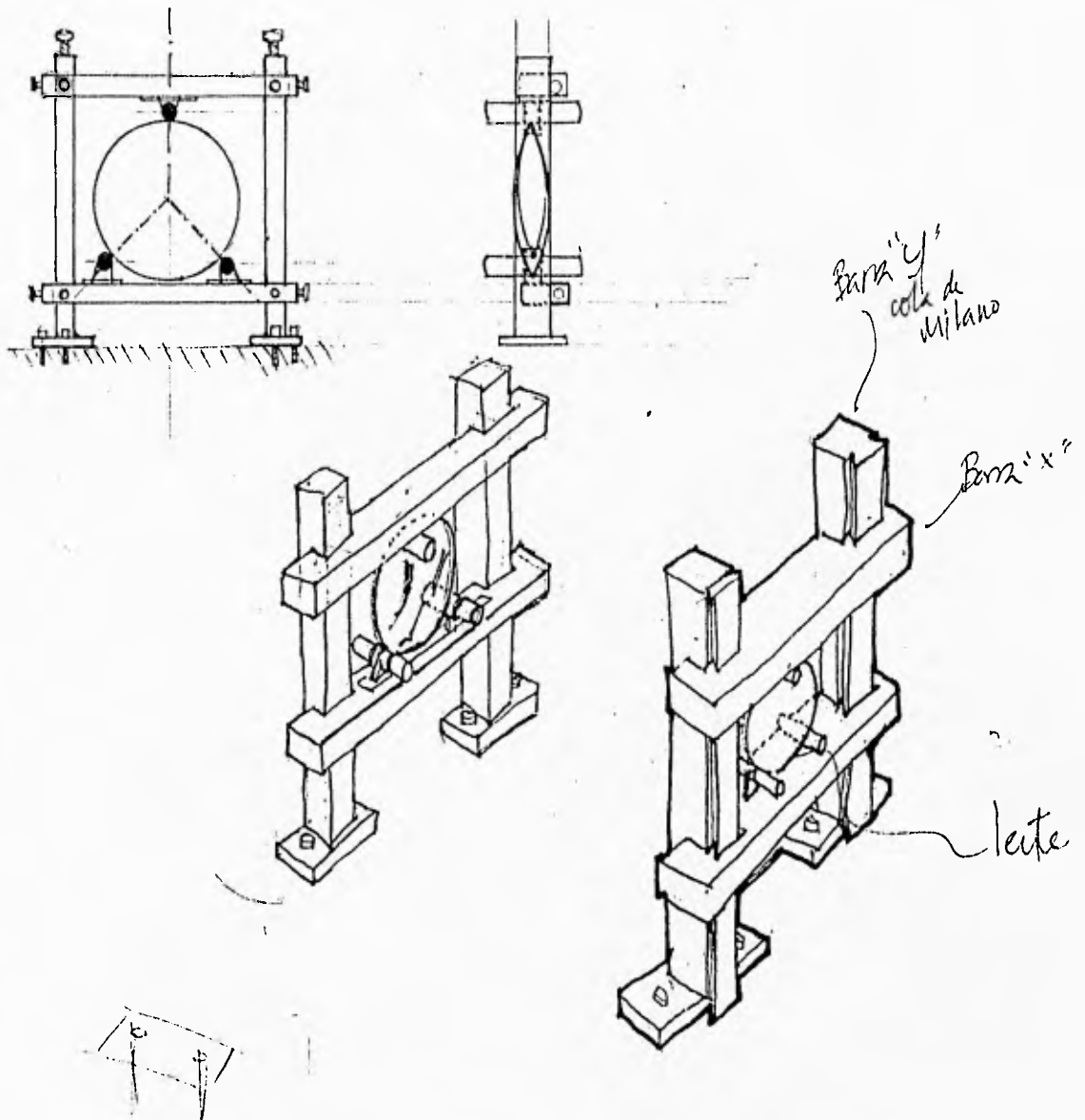
En este capítulo se incluye la mayor parte de los bocetos que permitieron proyectar el objeto, pues con ellos se aprecia el estudio geométrico y el proceso de diseño de las piezas y los mecanismos que conforman el diseño.



¿Cómo sujetar al elemento y conservar su eje.

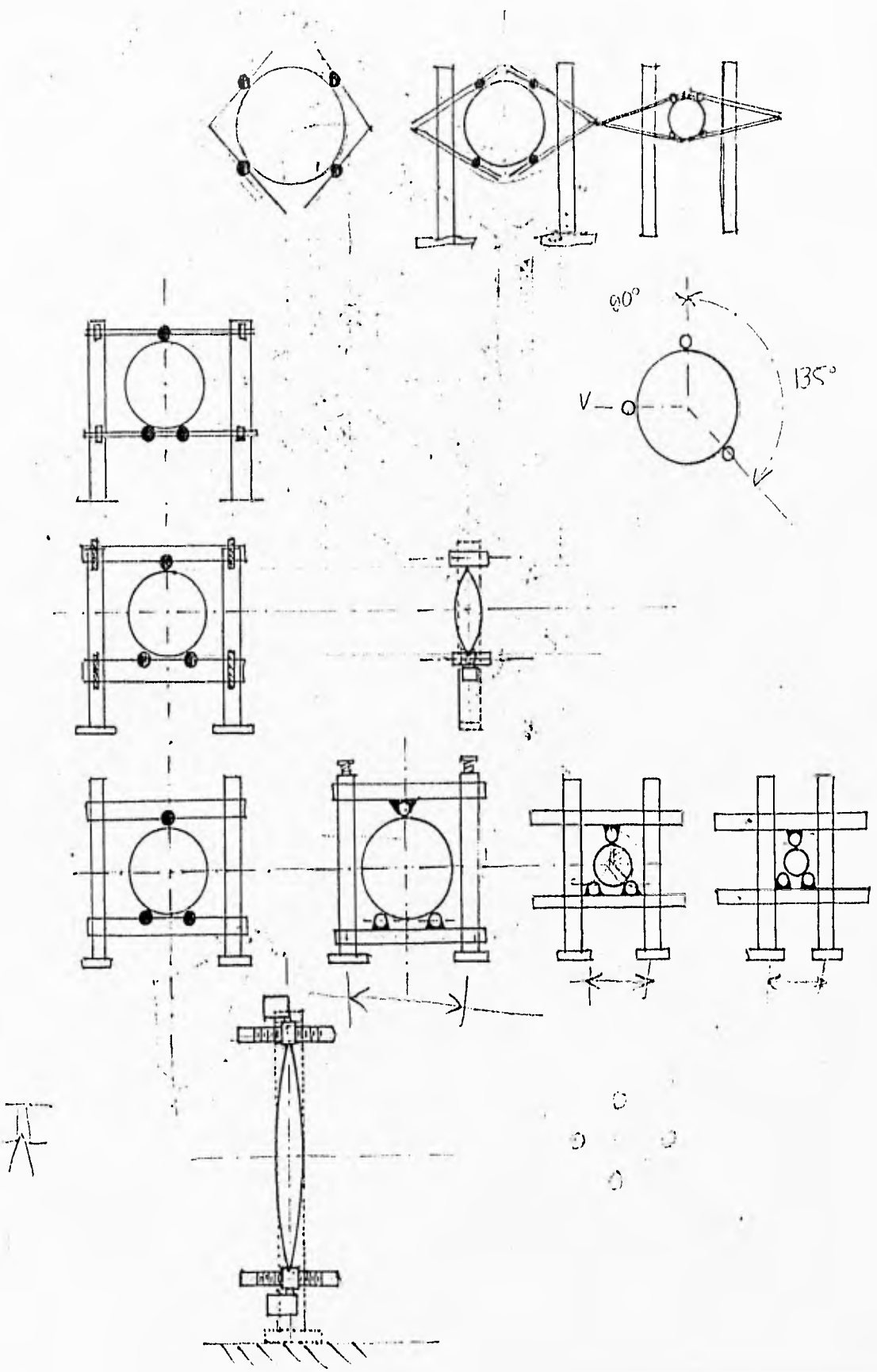


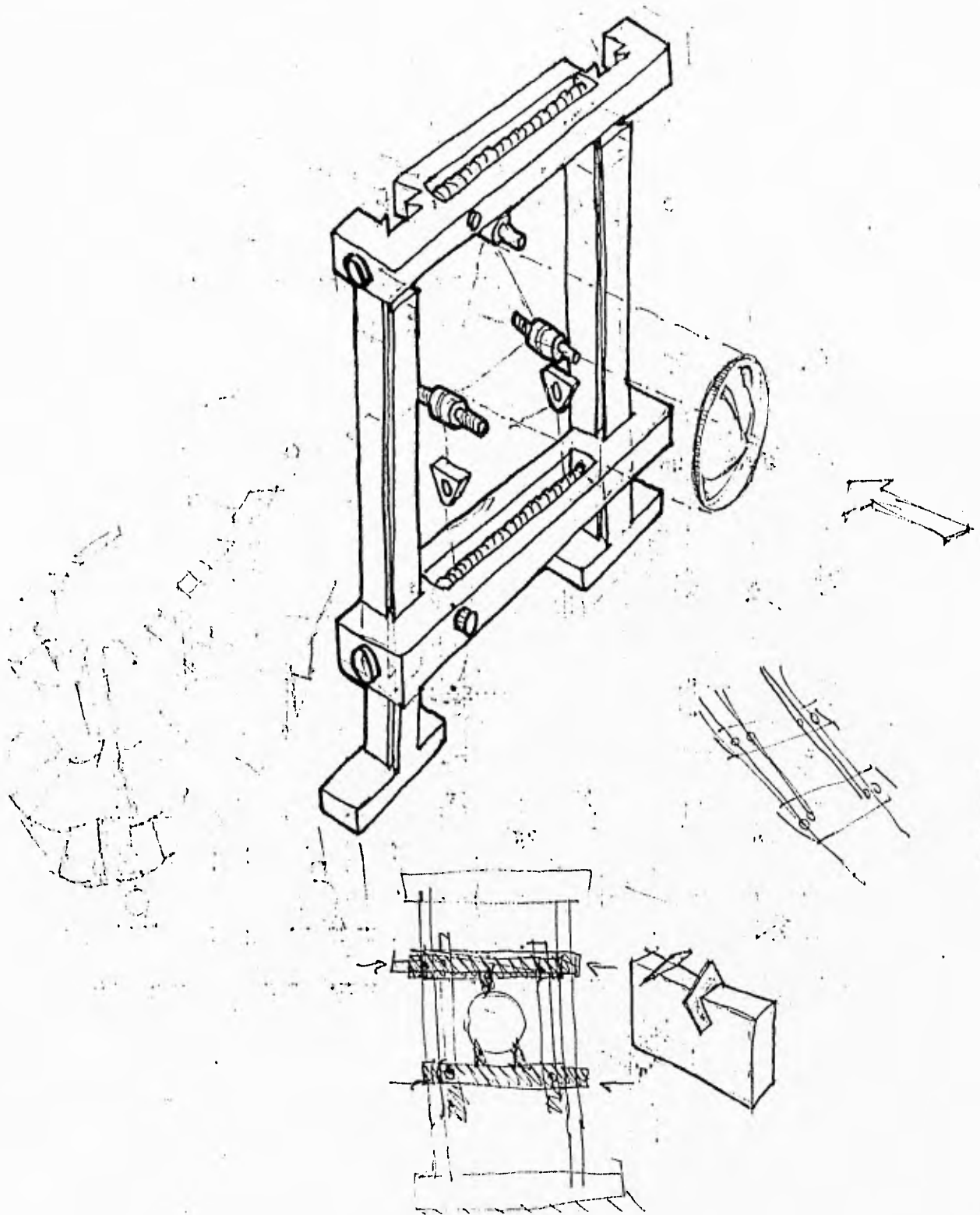
A partir de este dibujo se definió el concepto general del soporte: tres puntos de apoyo a manera del "Chooke" o mordazas del torno.





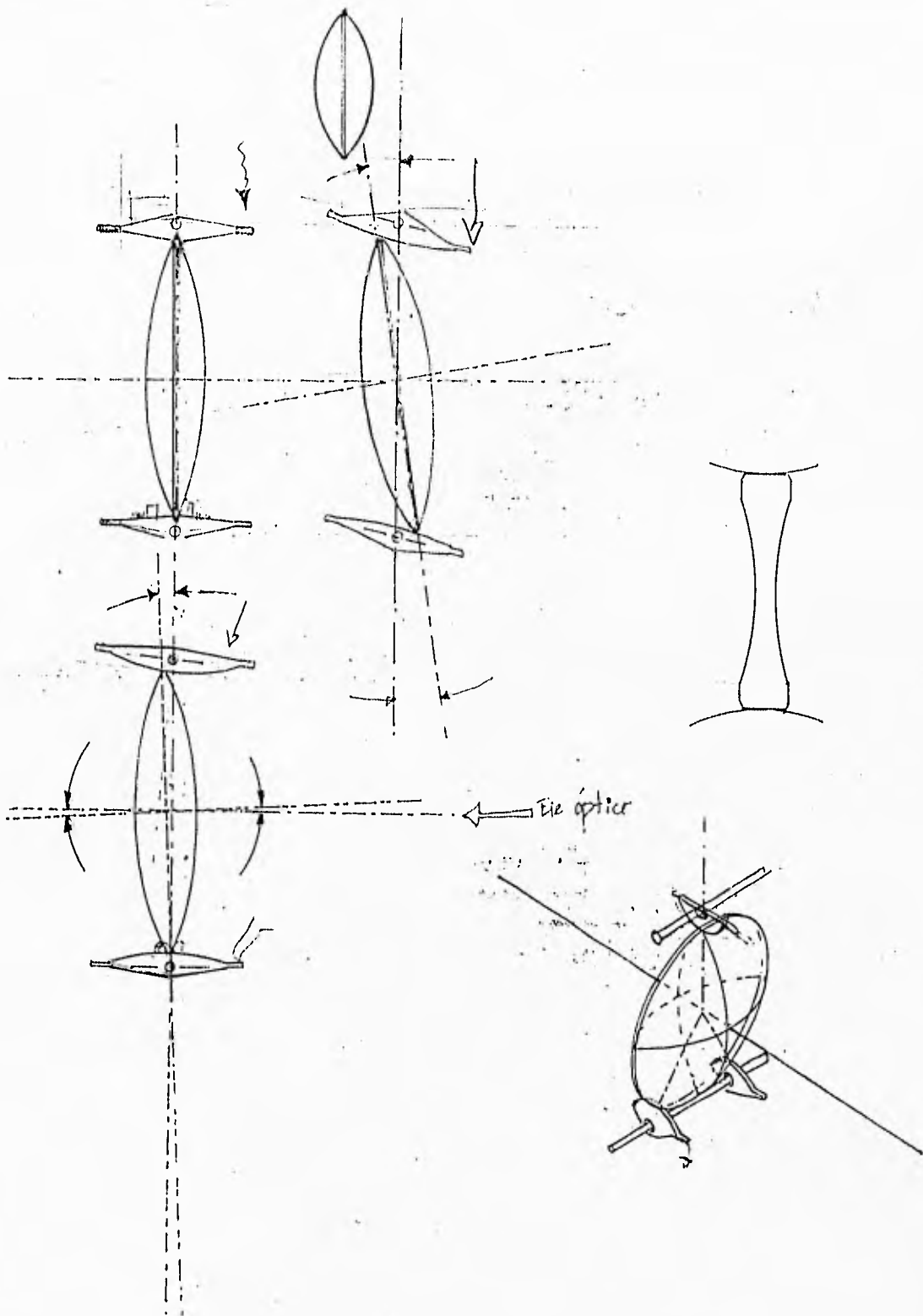
Variaciones de los sistemas de sujecion. En 4 puntos, como pinzas, con barras rectangulares y redondas.





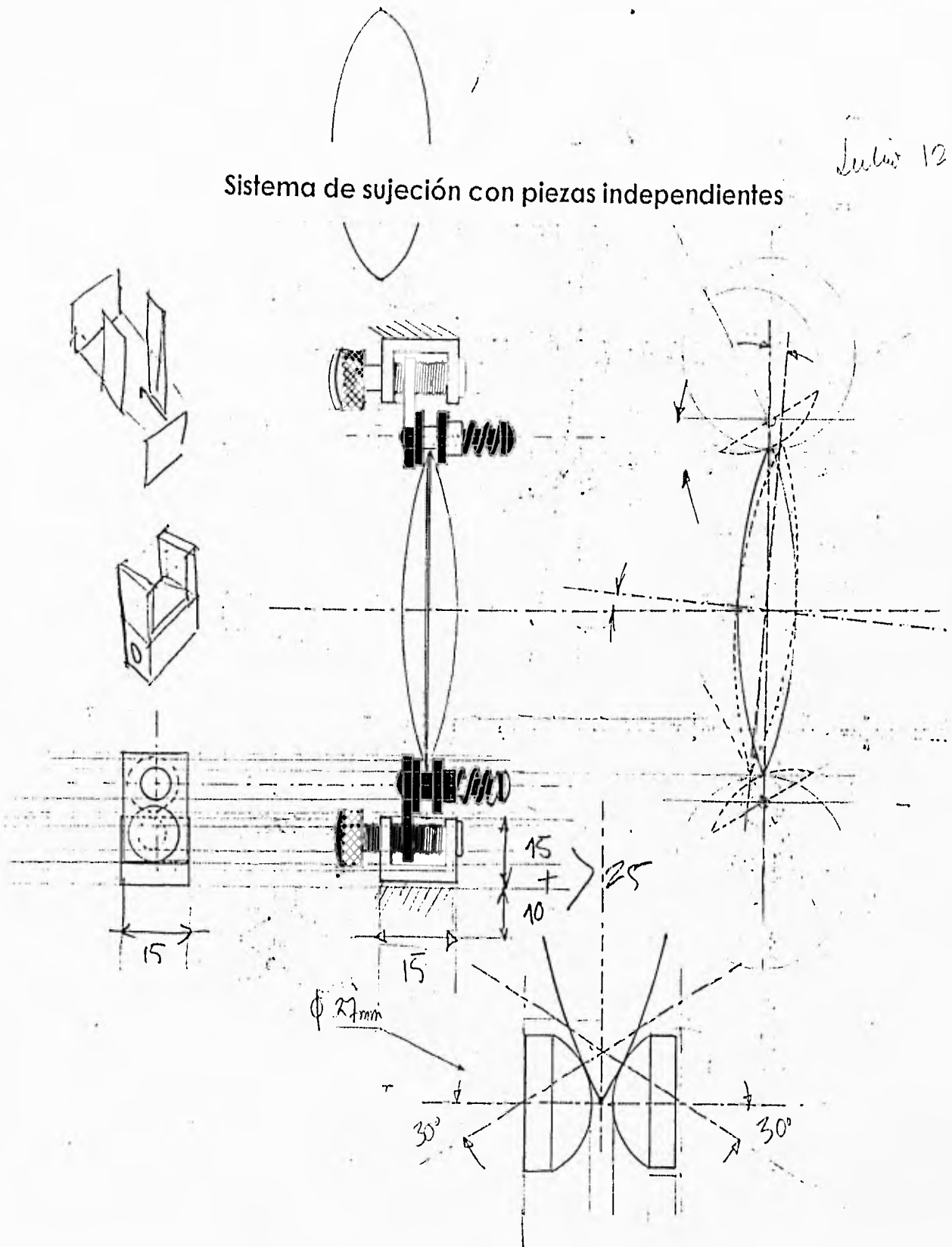
Definiendo los puntos de sujeción así como las posibilidades de ajuste.

Aquí trato de visualizar los mecanismos de ajuste fino para lograr manualmente la inclinación del elemento (tip-tilt) así como para desviar su eje óptico con este mecanismo.

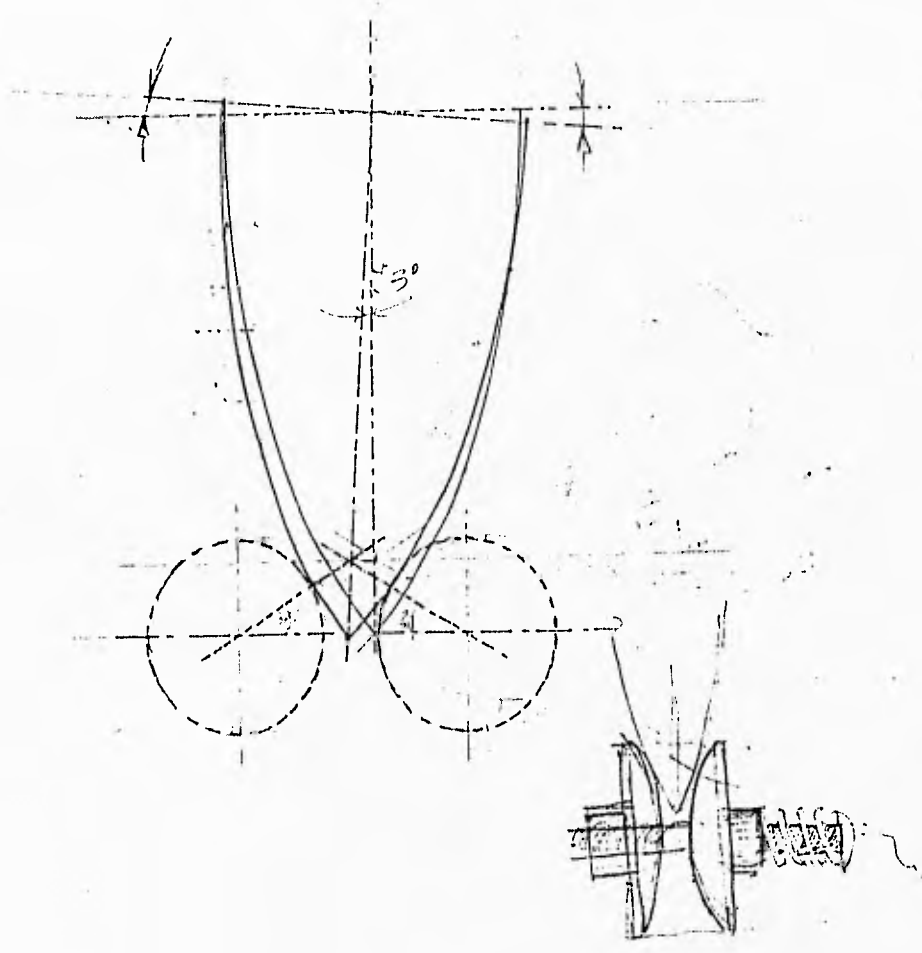


Julio 12

# Sistema de sujeción con piezas independientes

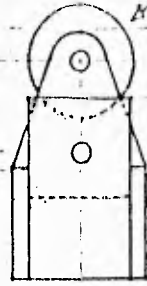


Qué son las interfaces y cuál es la relación que guardan con el centro óptico de un elemento de este tipo?

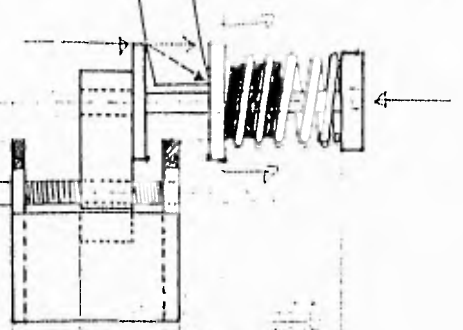


Appts 95

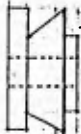
Dibuje una vista del mecanismo, con el objeto de visualizar ciertos puntos que estarían si aumentó el diámetro del "CLAMP."



CLAMP.

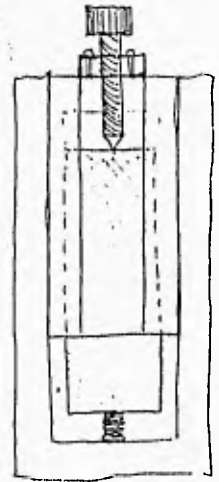
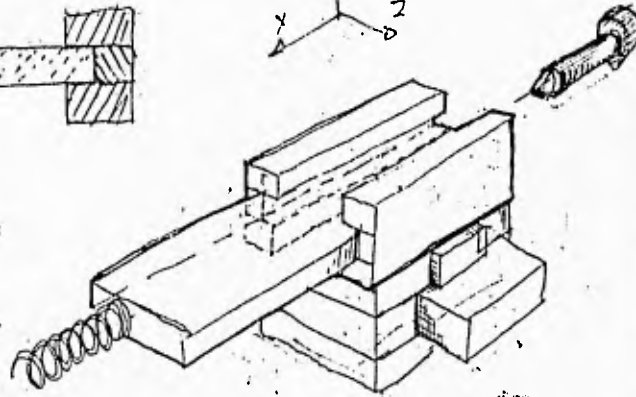
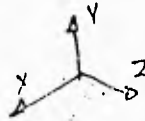
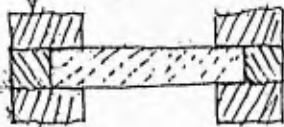


Dibuje la misma vista con el objeto de obtener las dimensiones reales, una vez que todas las piezas van a trabajar.



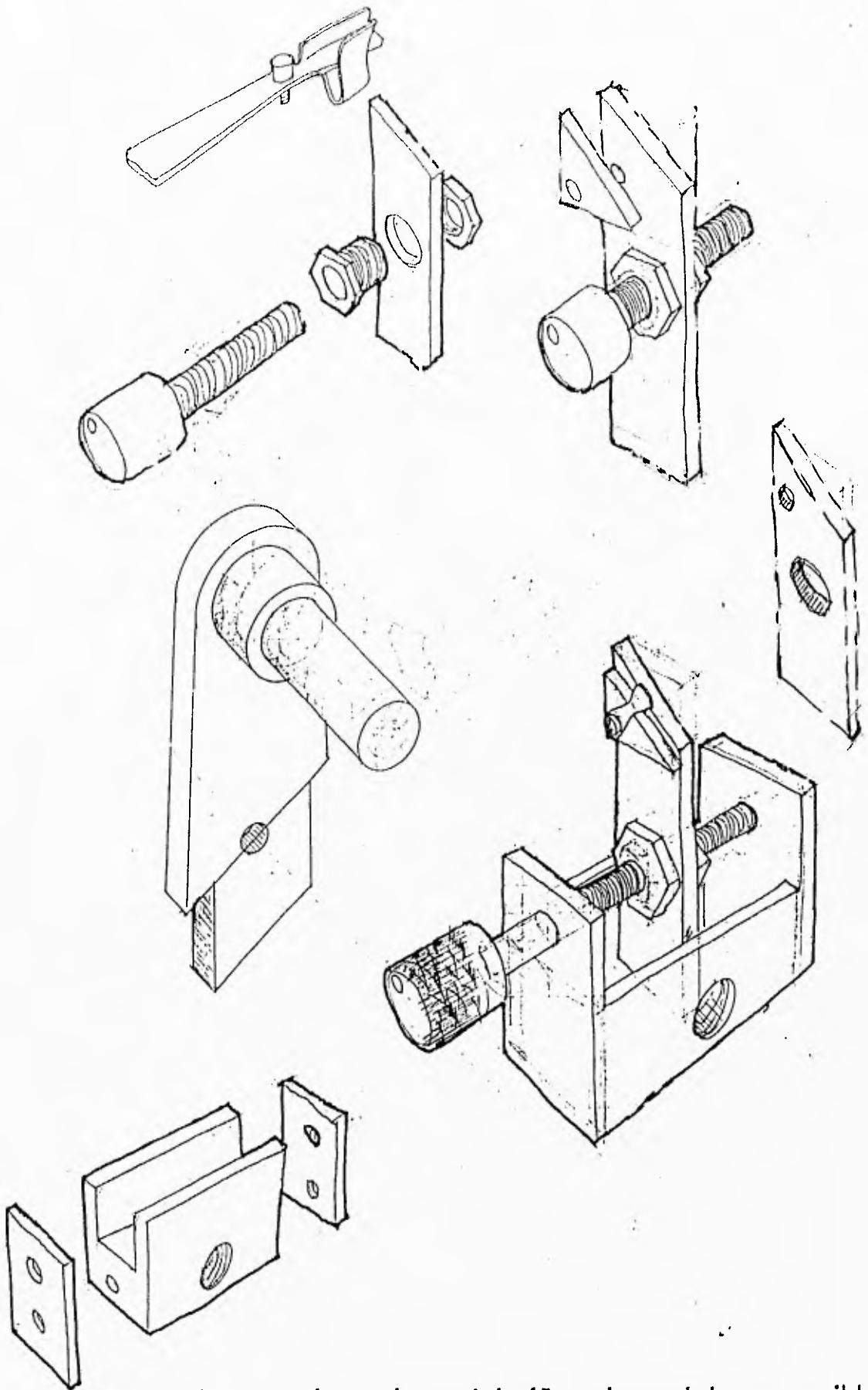
de igual modo propuse para el CLAMP un cierto desbaste en ángulo, con el objeto de hacer más fácil al usuario la colocación al elemento óptico.

lidio



clamp con chatlón por hacer más f. 50 grados

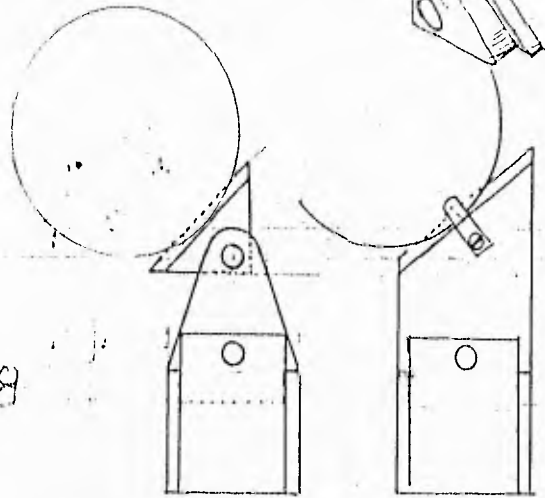
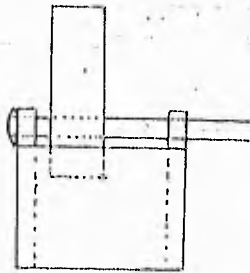
Trasmite de los errores de desplazamiento con base a barras y placas de vidrio donde se muestra el tornillo que empuja la placa en dirección "Y" y en el lado opuesto un resorte funciona a compresión.



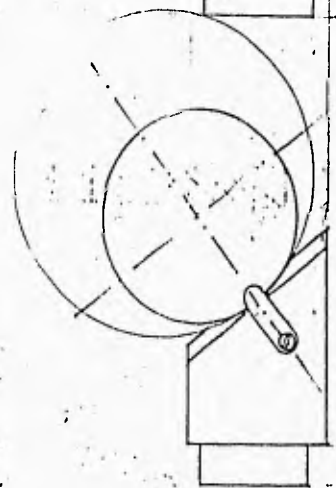
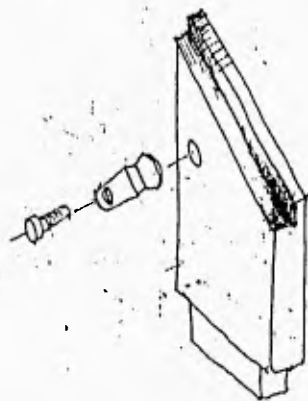
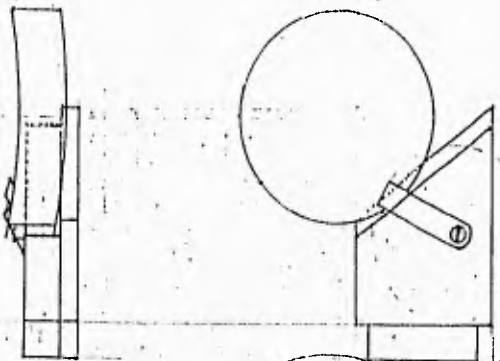
El soporte mas adecuado es el de 45 grados, y debe ser posible moverlo.

Aquí trato de encontrar la montura más adecuada para el canto del elemento.

11/10/15



14/06/15

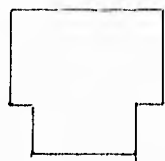


laminica.

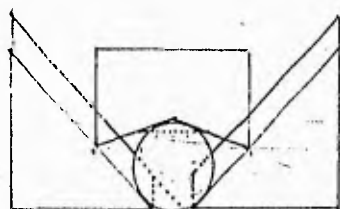


no - más. Card.

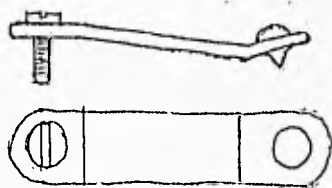
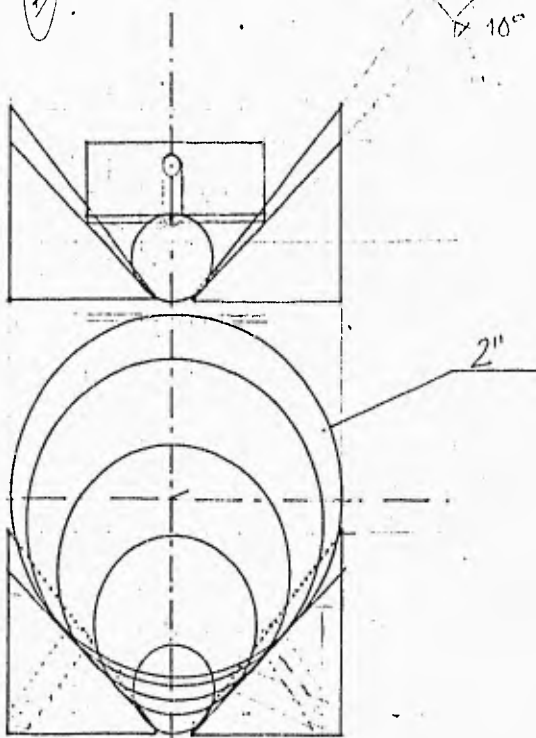
Fig. 29



(A)

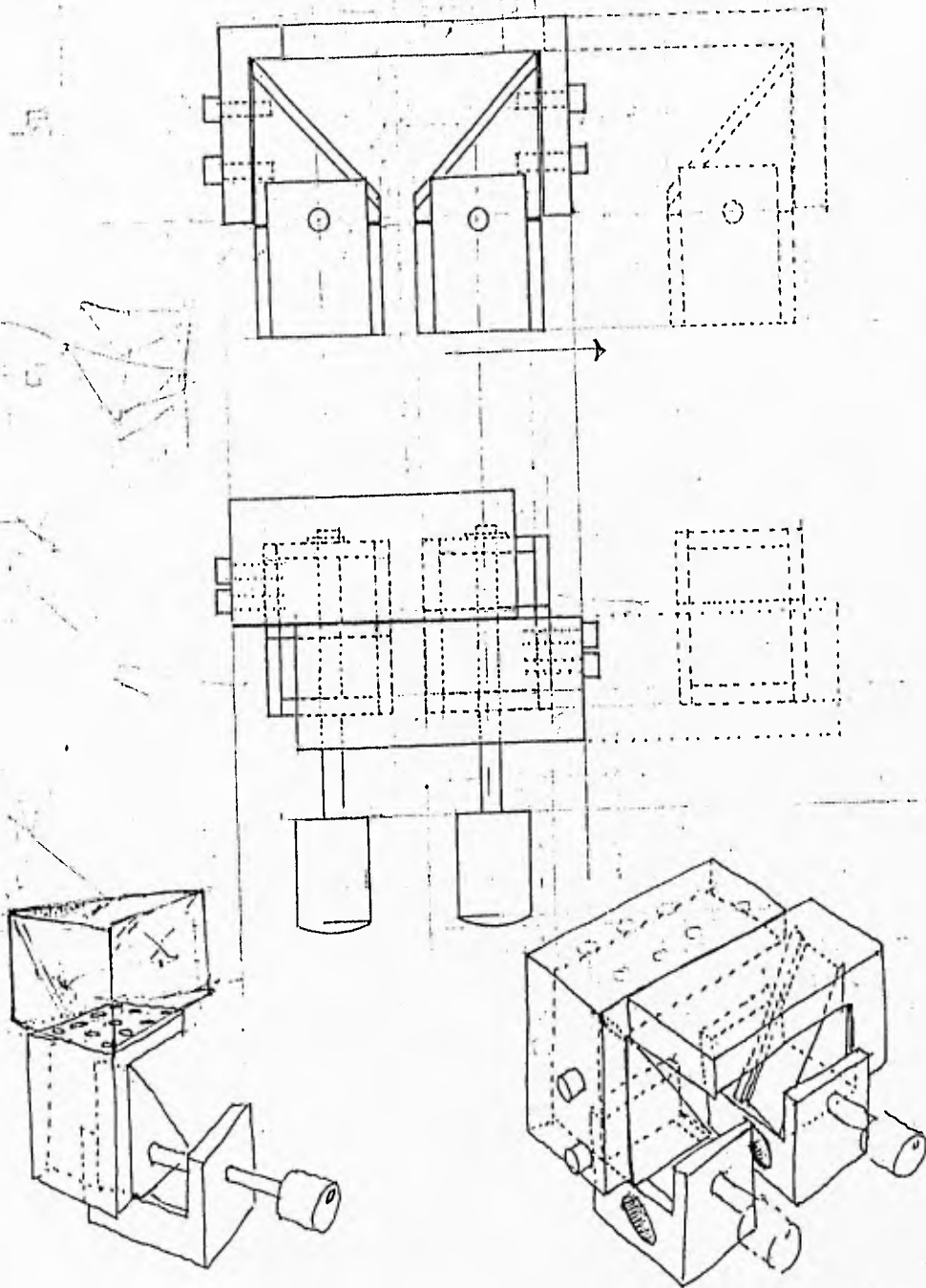


(B)

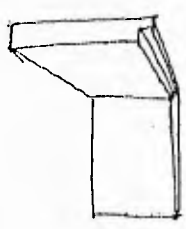
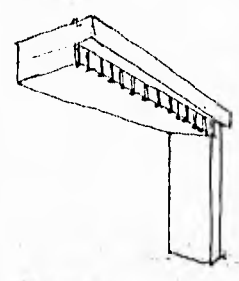
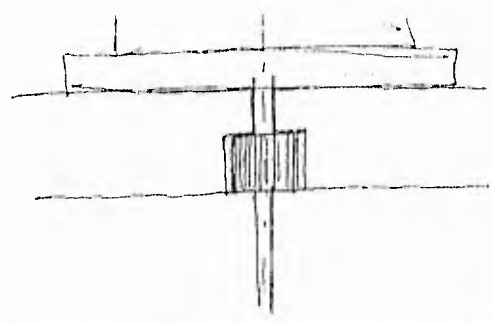


Las monturas independientes a 45 grados deben sujetar diferentes diámetros con solo abrirlas.

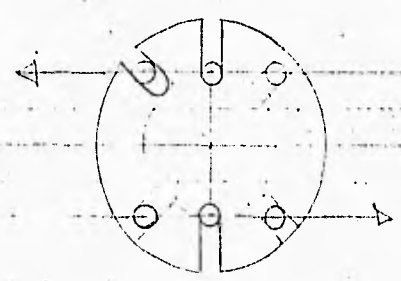
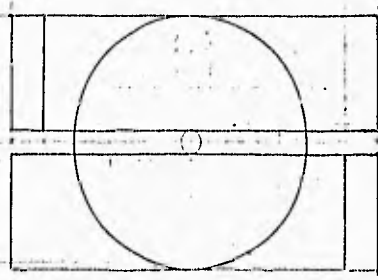
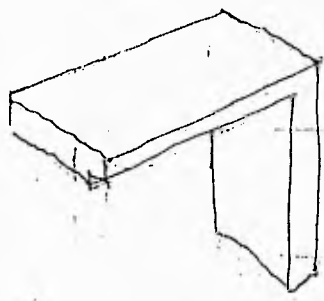
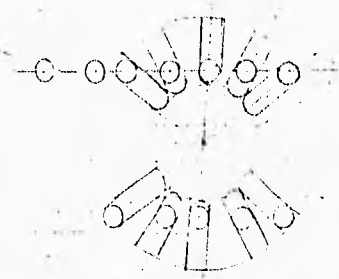
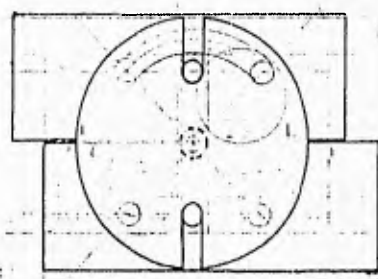
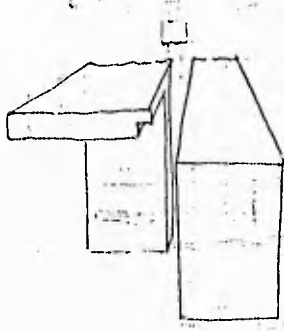
Las monturas con unas escuadras en ángulo recto para operar como mesa de prismas.



aplicable a...



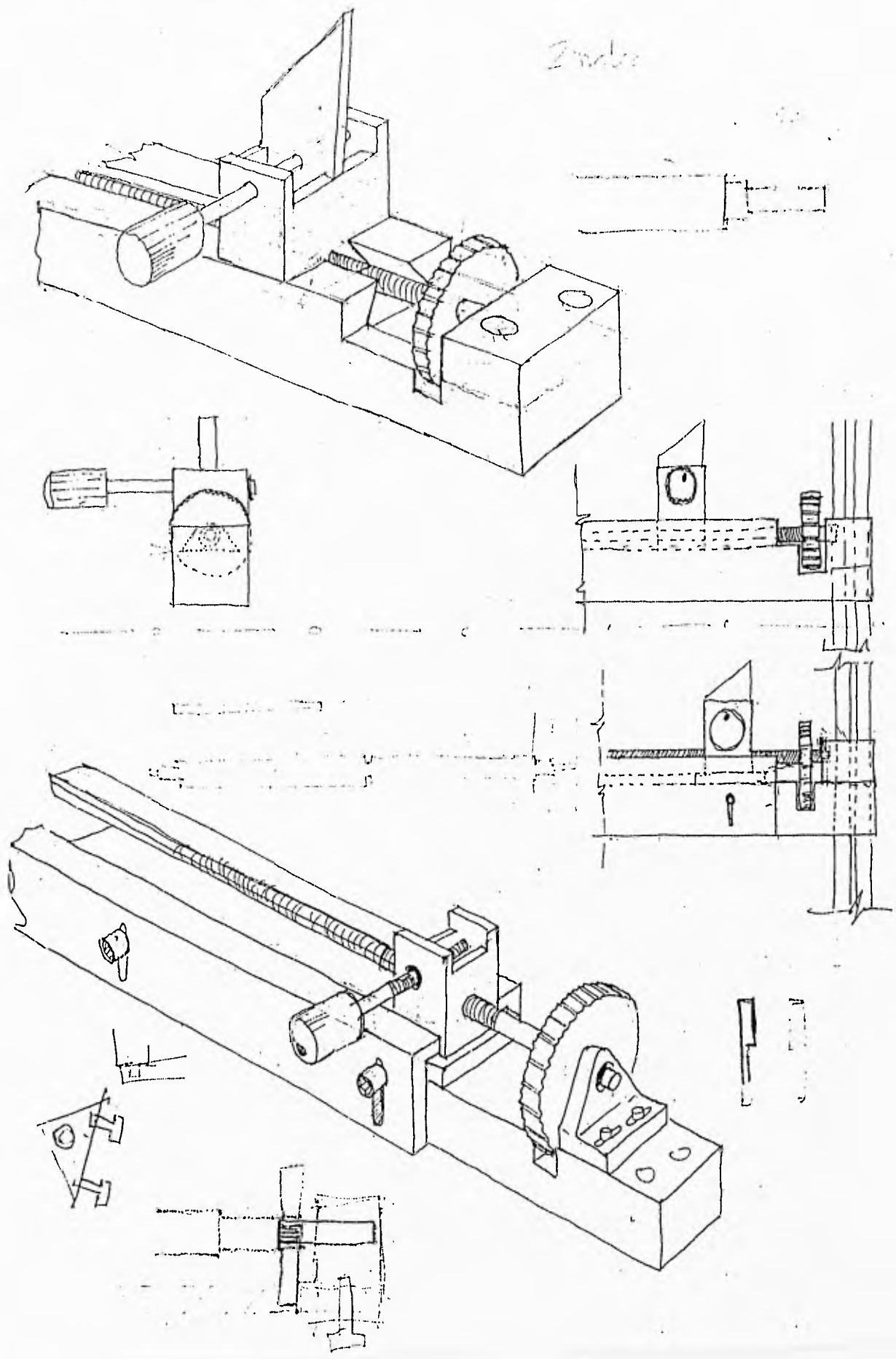
¿Cómo voy a lograr que la mesa rote?

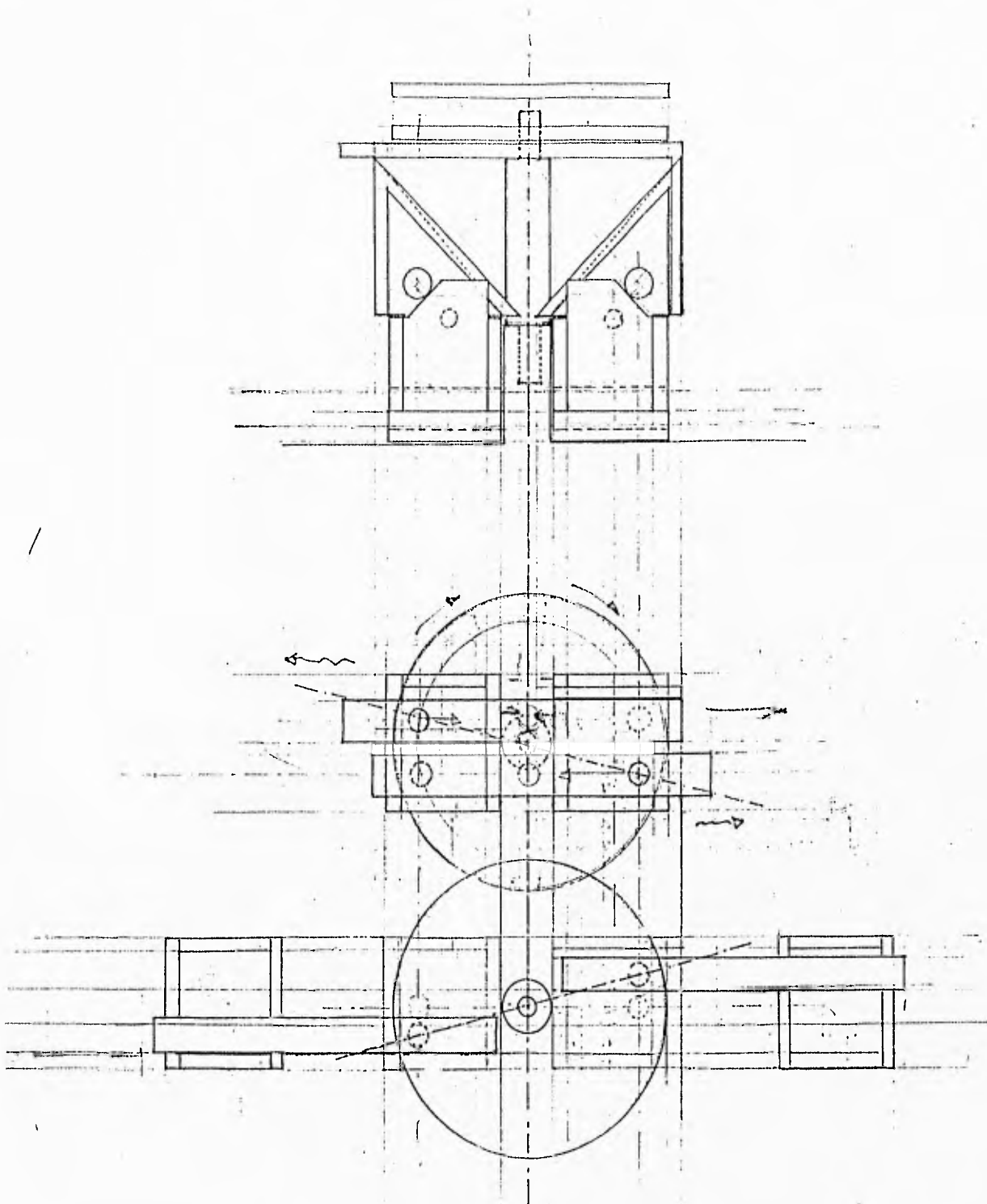


Intermittent Motion of the Geneva Transmission Mechanism  
P 182-183 Eng. Mech. for Design & Inventors.

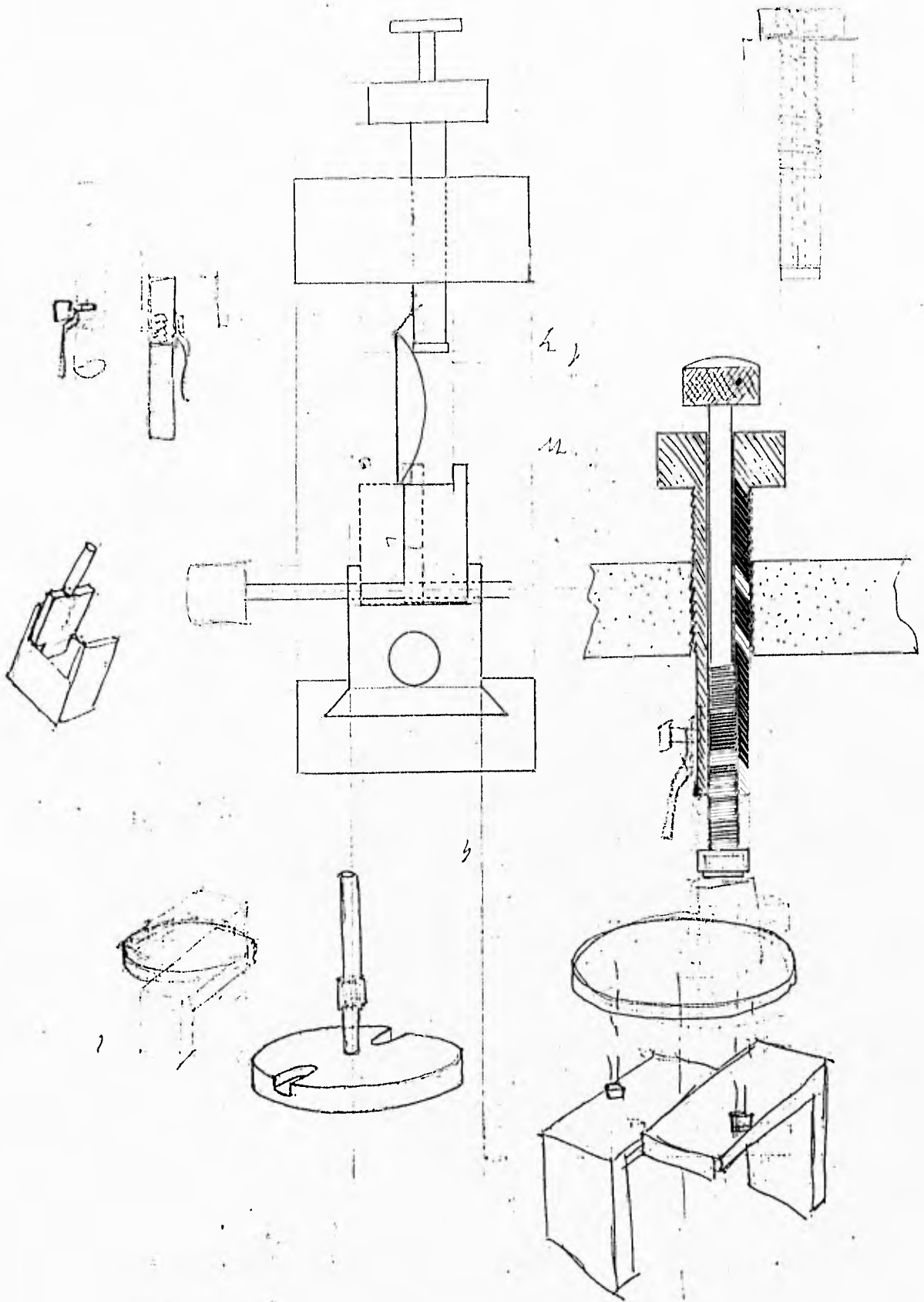
¿Cómo voy a desplazar independientemente cada carro?

Zinco

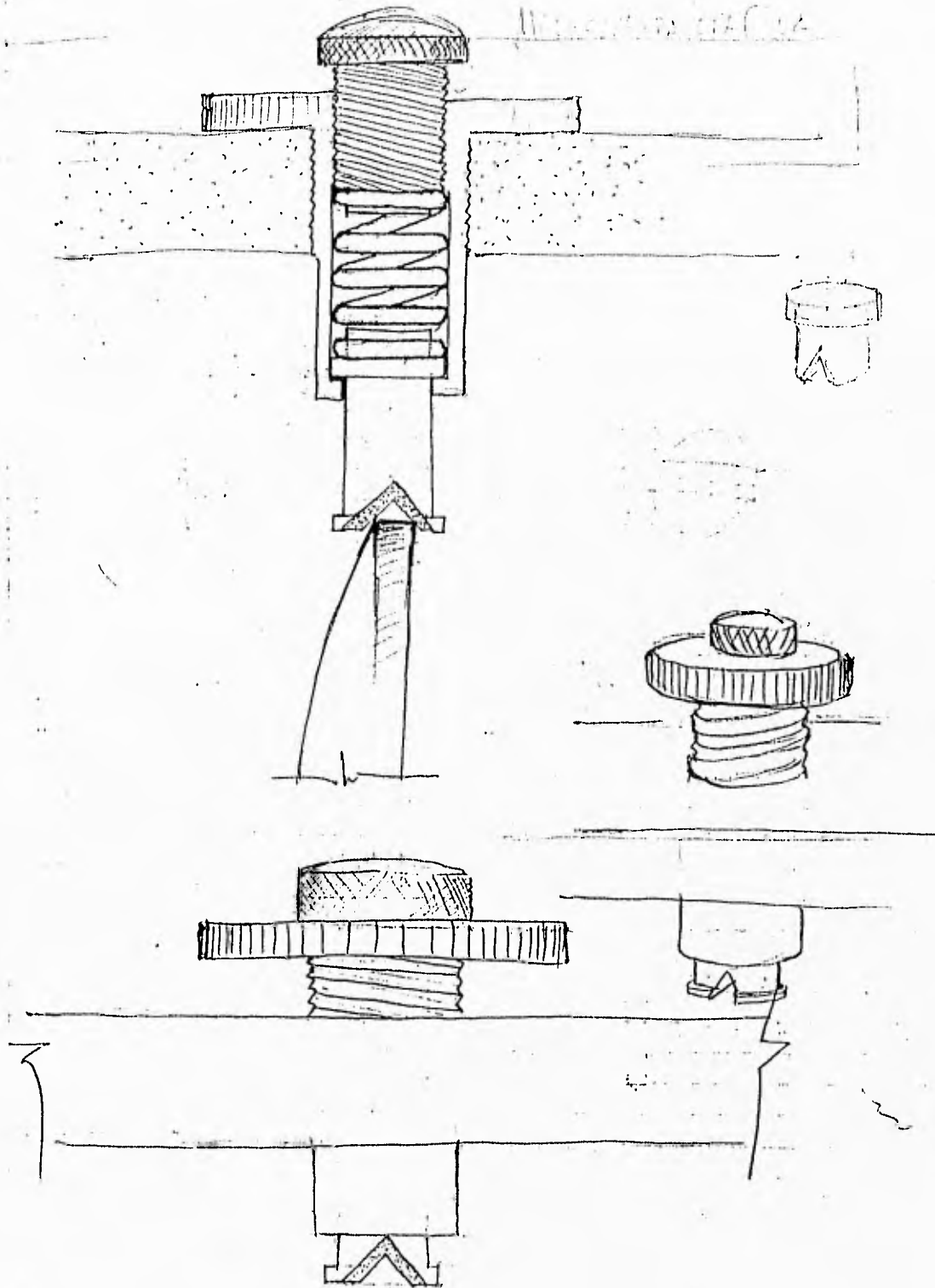




La mesa va rotar gracias al el par de fuerzas de dos escuadras.

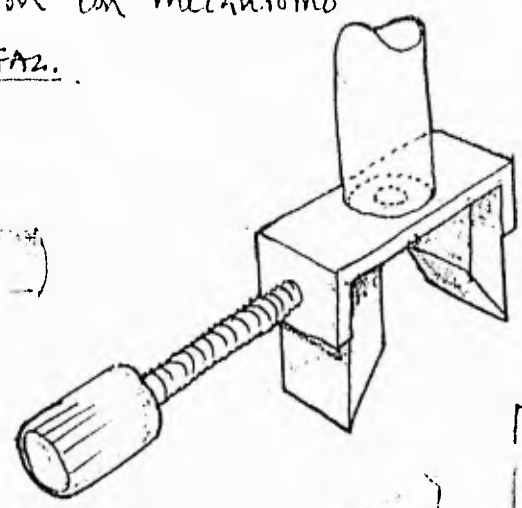
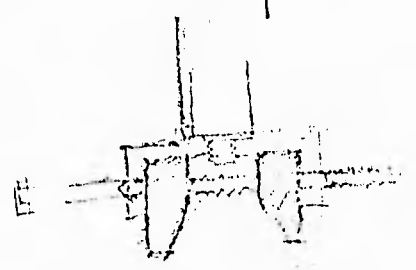


Aquí busco un mecanismo que asegure al elemento..

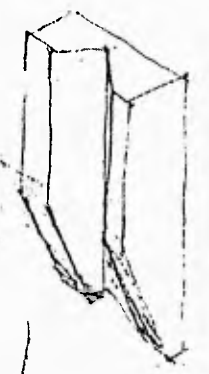
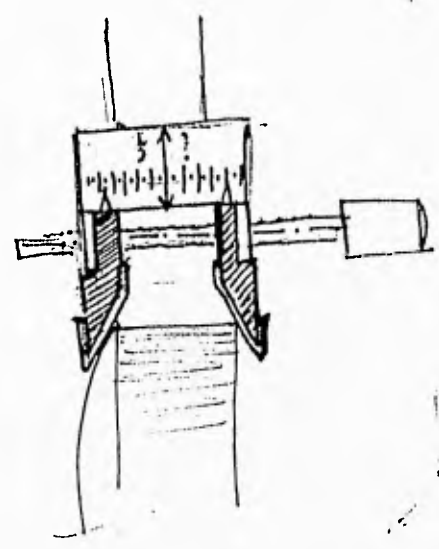


¿Cómo controlar el aseguramiento de los elementos?

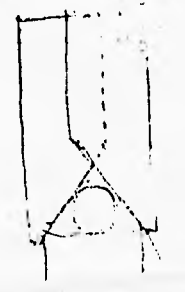
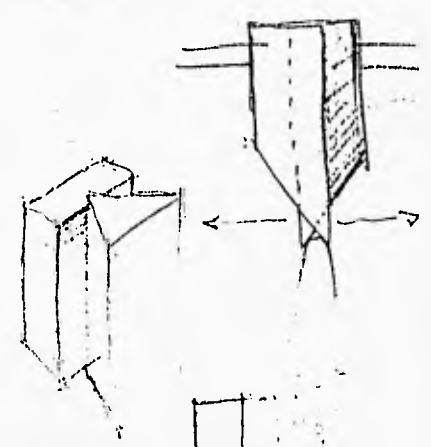
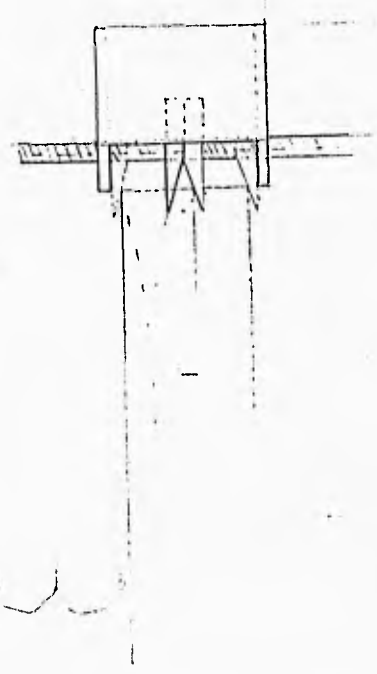
Definición del cuerpo y unión con mecanismo de fijación de INTERFAZ.



13  
6  
28



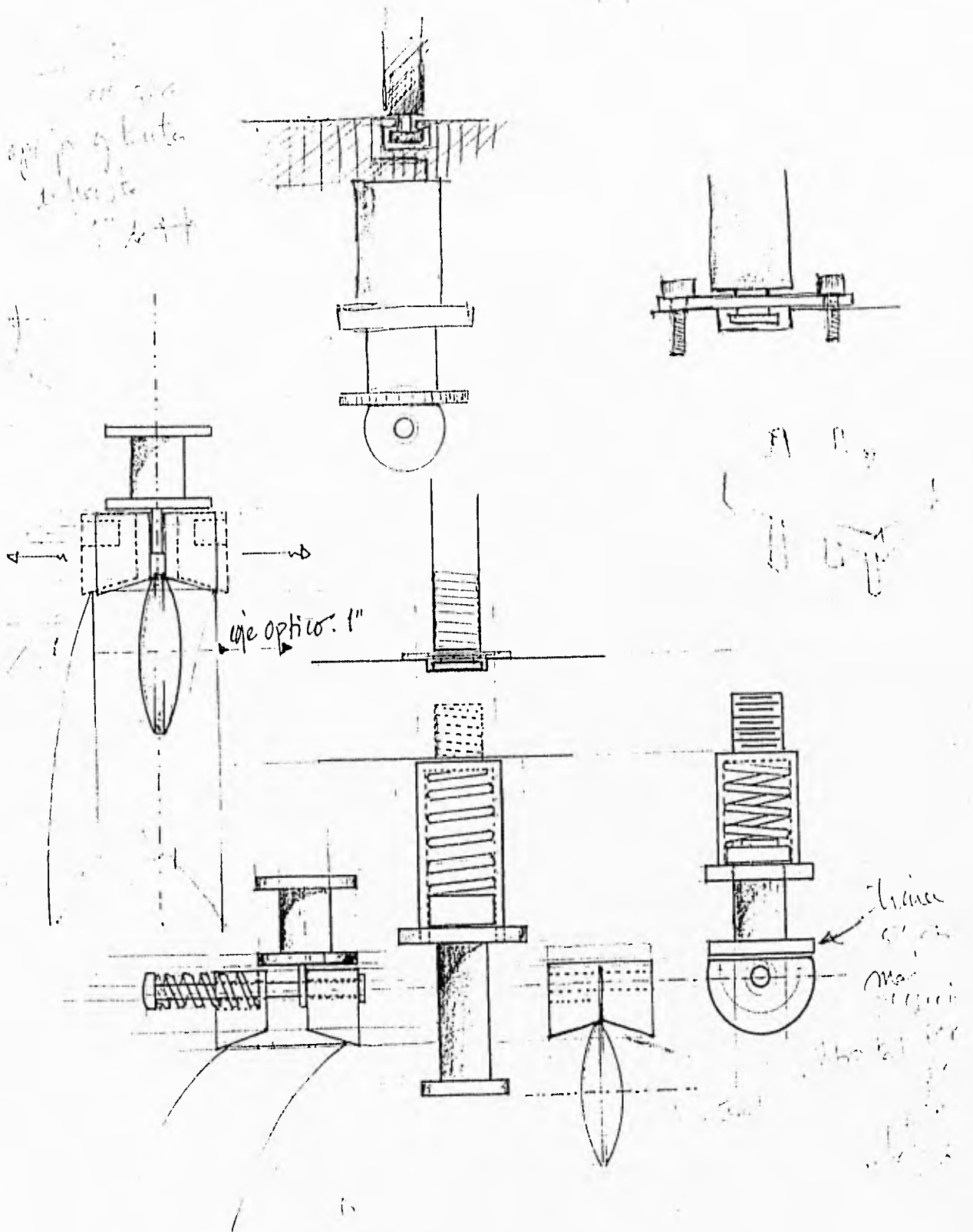
25  
28



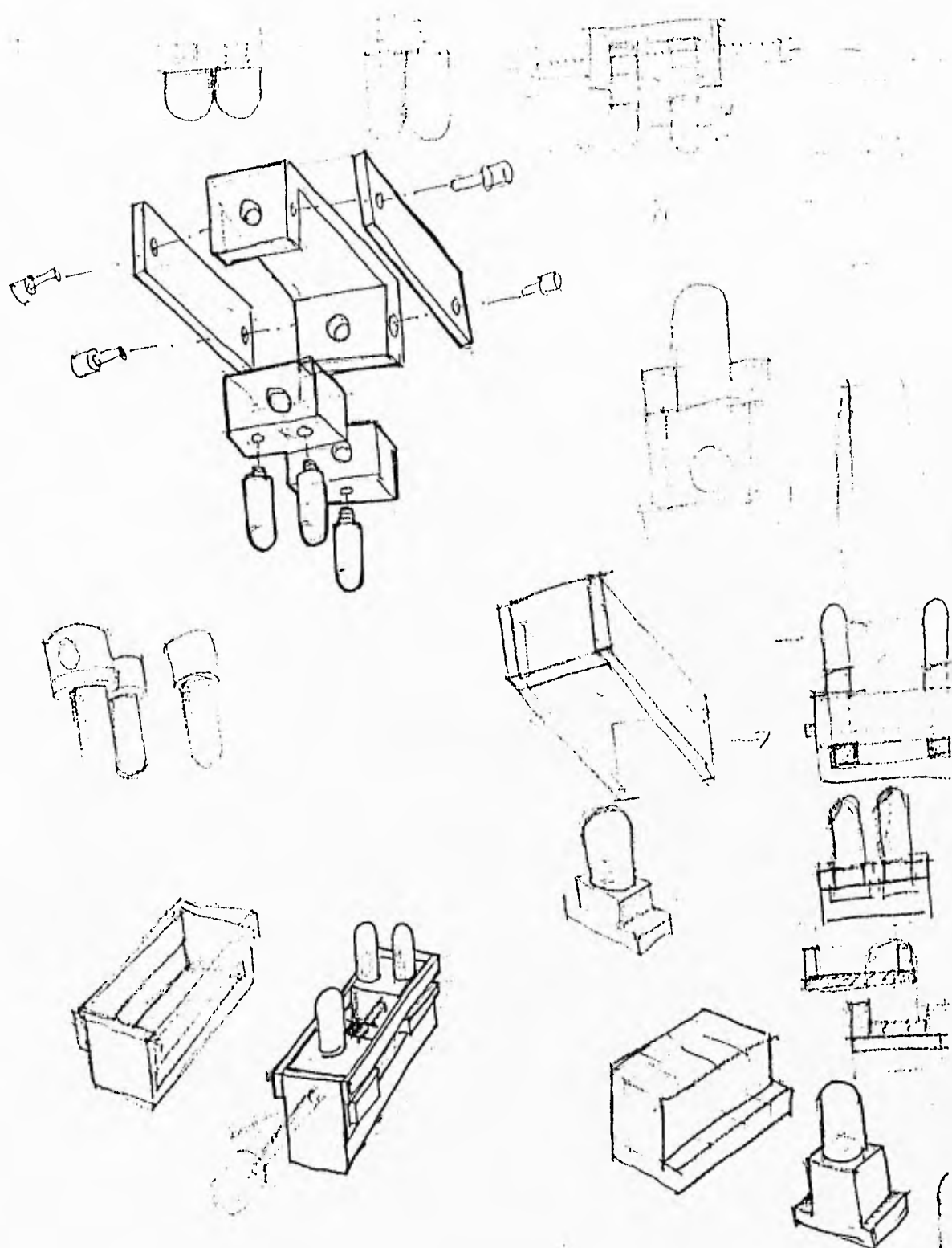


Oct 20 95

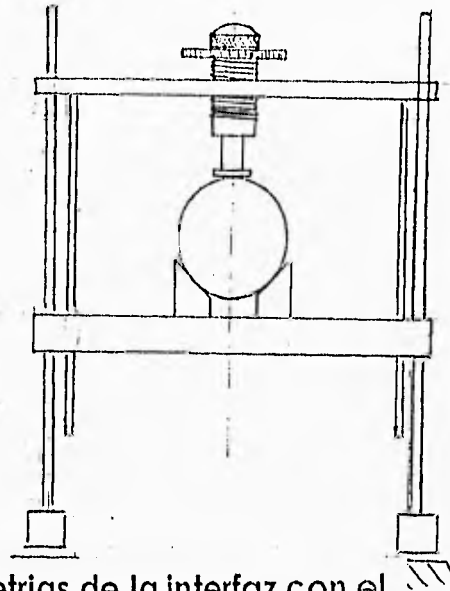
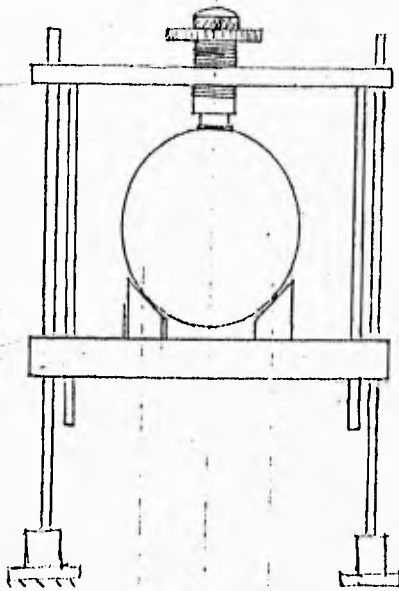
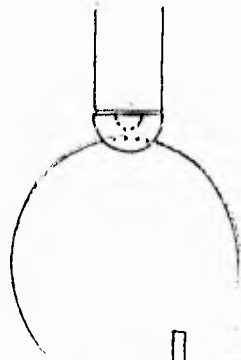
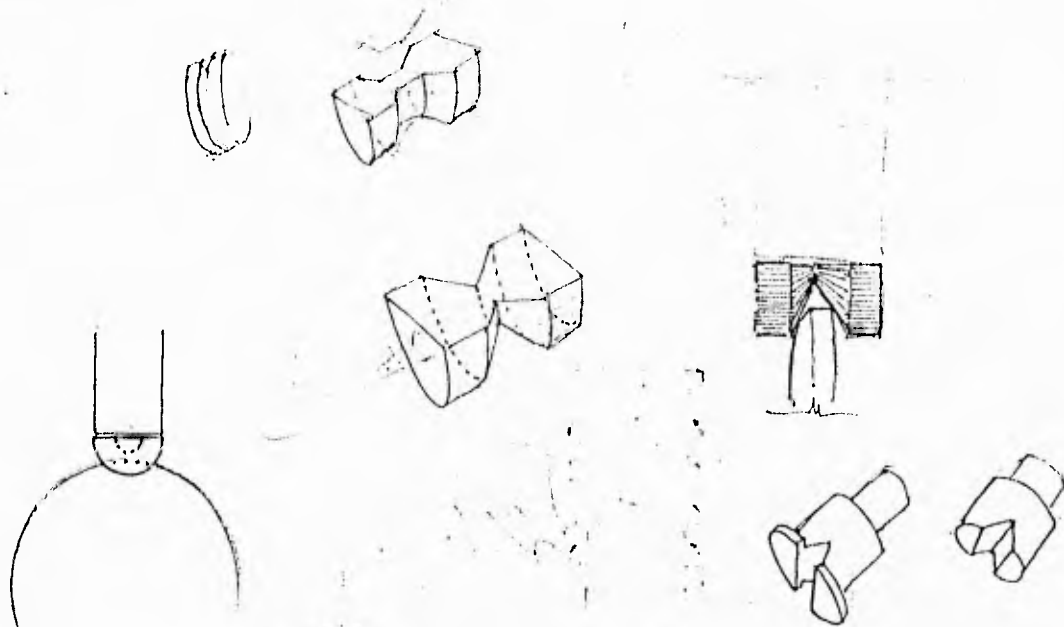
Estudio de la interfaz



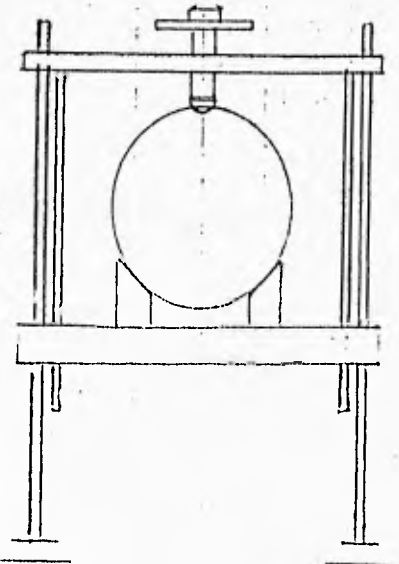
Estudio geometrico de la interfaz.



Las interfaces de geometría toroidal.



¿Cómo integrar las distintas geometrías de la interfaz con el mecanismo de control de acercamiento?



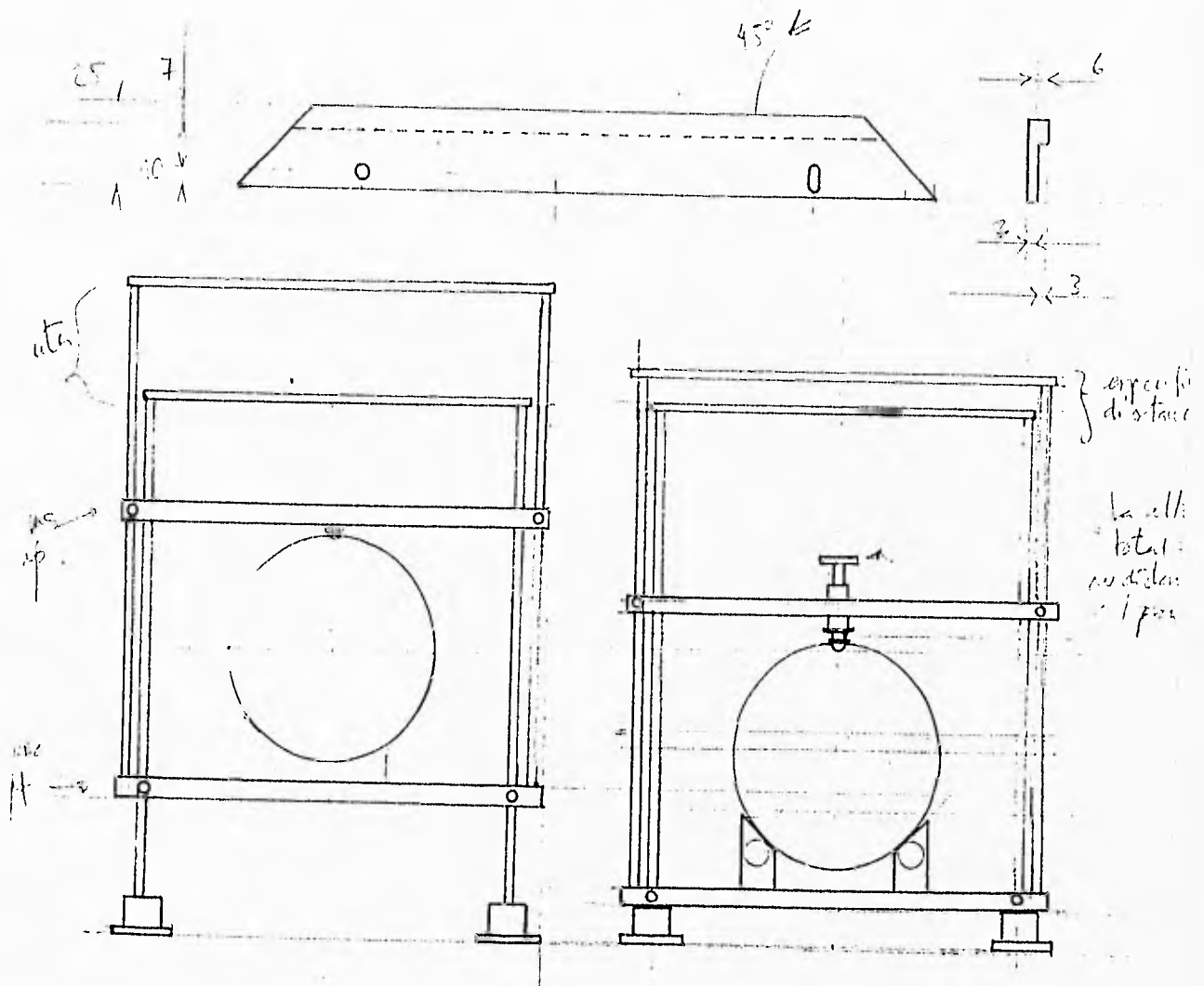
material acrílico magnético y contador

Wook  
11 NOV 1111

cantidad: 2 piezas.

dibujo ESC: 1:2

- manecitas todas !!

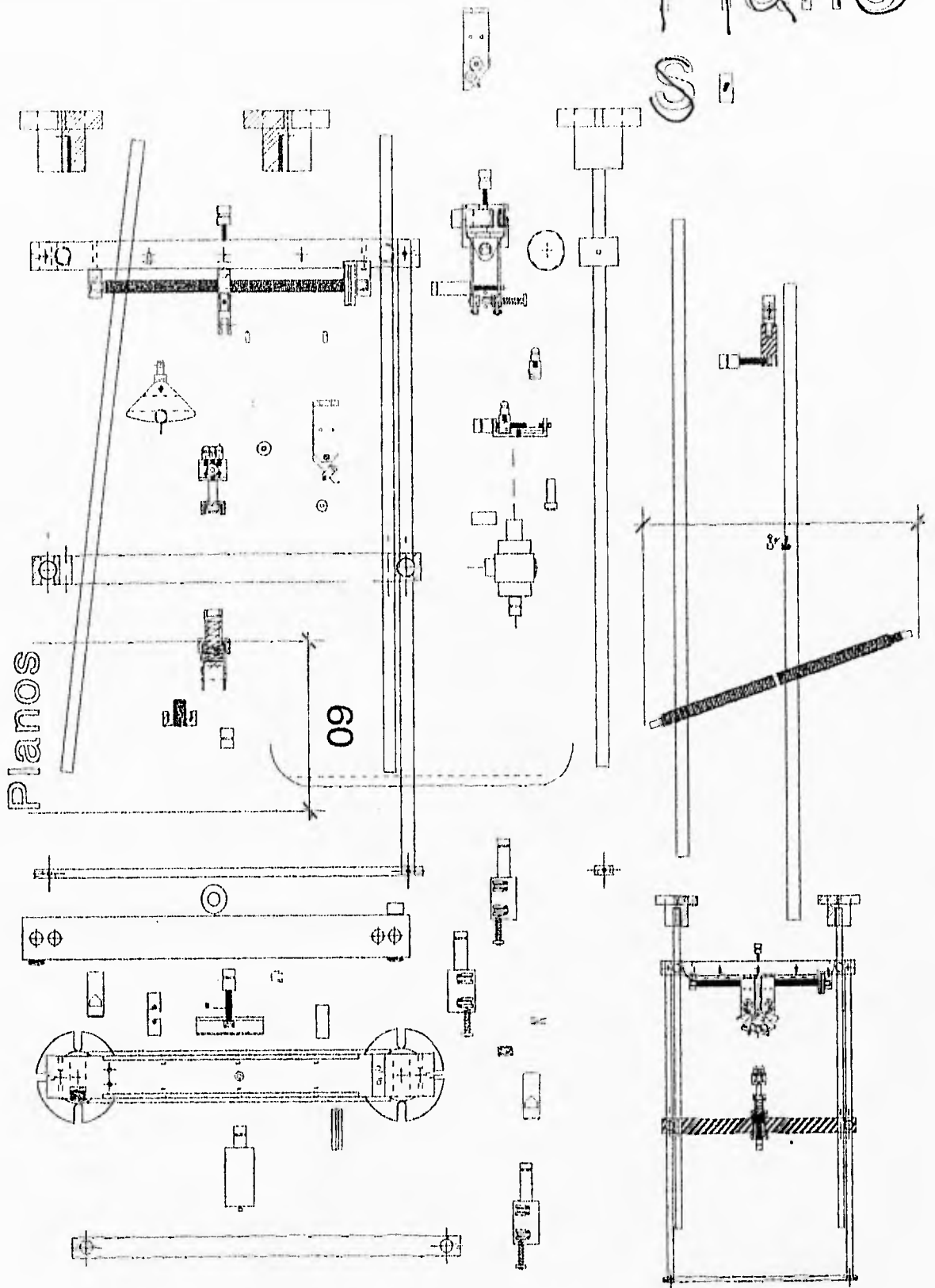


¿Cómo salvar claros de apertura sin obstruir las funciones de los 5 controles?

- verificar en la plataforma superior, la distancia que hay entre el diámetro del Botón y el diámetro de la terna (perpendicular holes)
- proponer difs grapas (clamps)

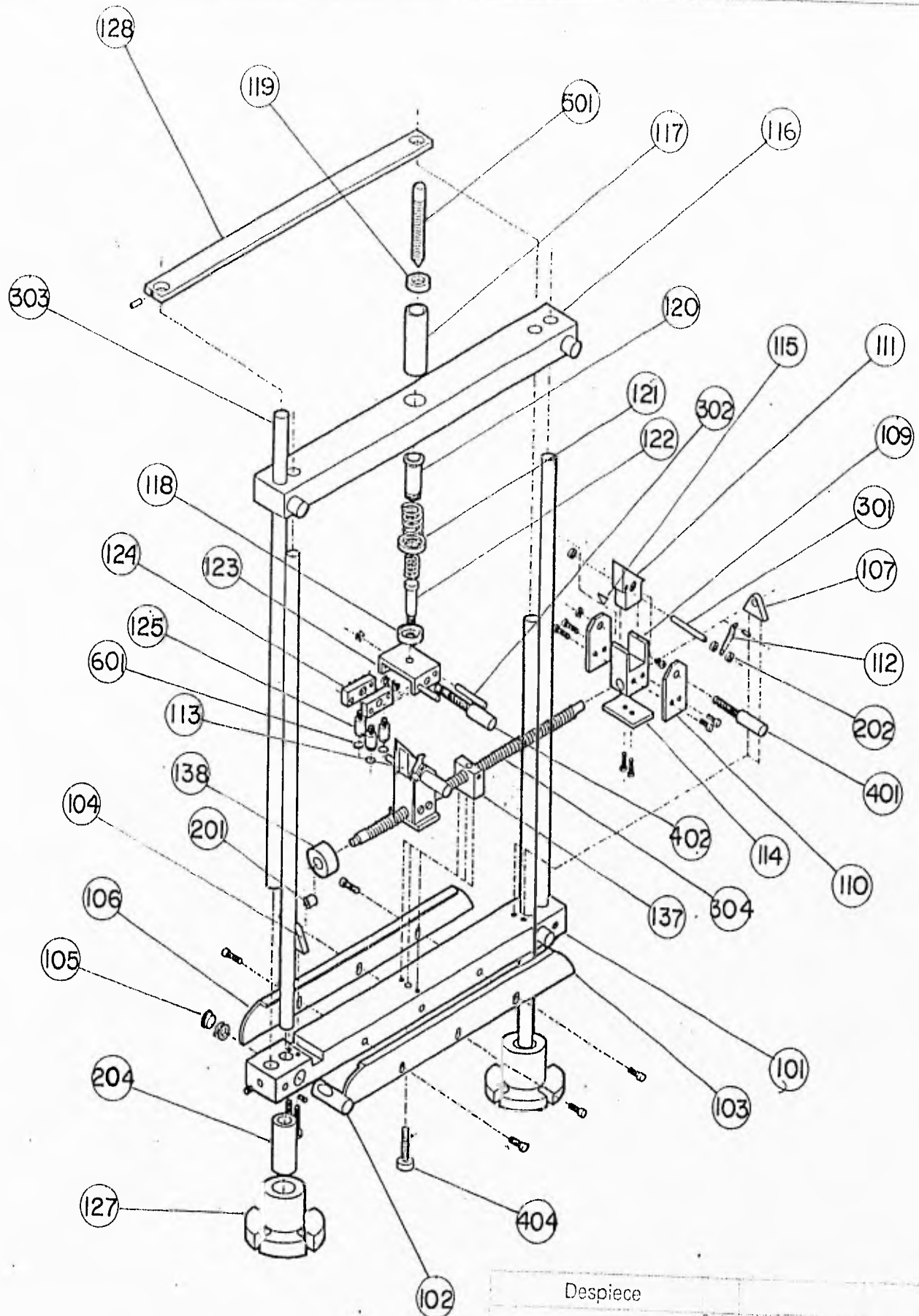
# Plano

## S



cuadro de Especificaciones

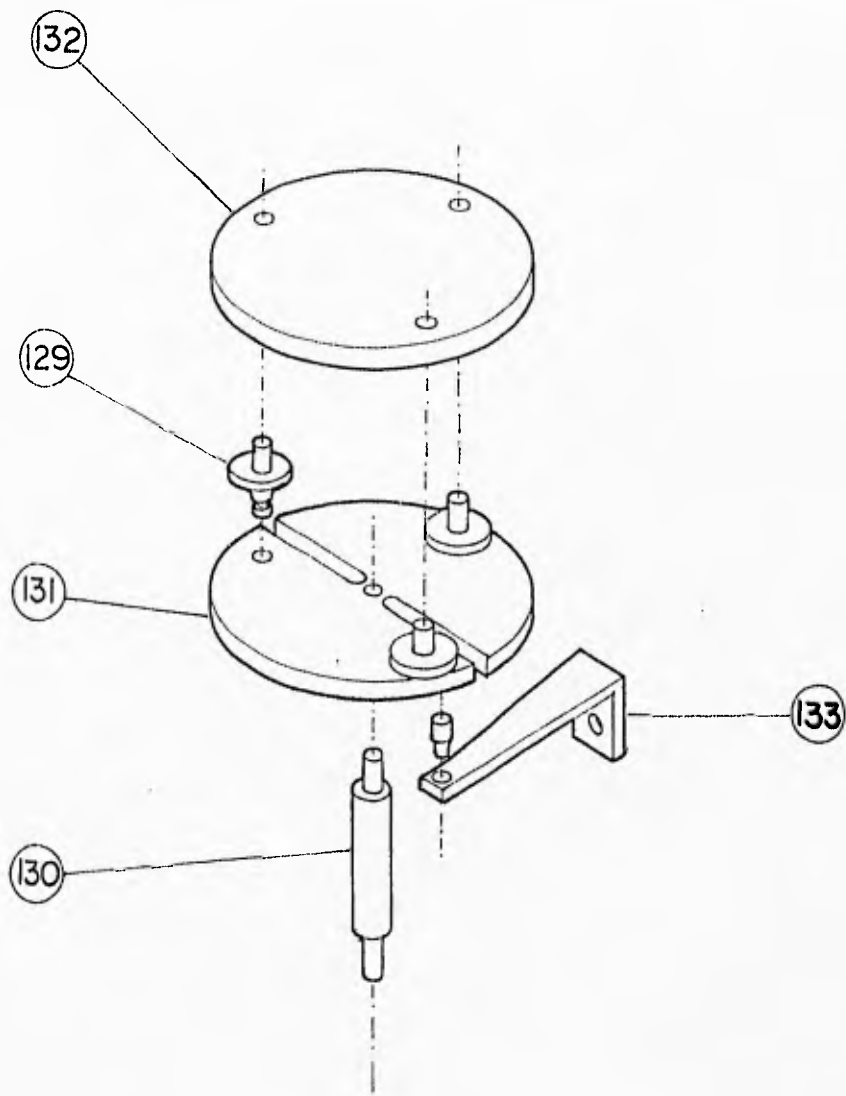
Número	Pieza	Material	Proceso	Cantidad	Plano#
101	Plataforma Inferior	Aluminio	corte-maquinado-barrenado-cepillado	1	1/60
102	Botón de Sujeción	Aluminio	corte-maquinado-barrenado-cepillado	4	2/60
103	Perfil Frontal	Aluminio	corte-maquinado-barrenado-cepillado	1	3/60
104	Chumacera Izquierda	Aluminio	corte-maquinado-barrenado-cepillado	1	4/60
105	Tapón del Botón	Aluminio	torneado	4	5/60
106	Perfil Posterior	Aluminio	corte-maquinado-barrenado-cepillado	1	6/60
107	Chumacera Derecha	Aluminio	corte-maquinado-barrenado	1	7/60
109	Carro de Desplazamiento	Aluminio	corte-maquinado-barrenado-cepillado	2	9/60
110	Placa Frontal del Carro	Aluminio	corte-maquinado-barrenado-cepillado	2	10/60
111	Soporte del Carro Derecho	Aluminio	corte-maquinado-barrenado	1	11/60
112	Abrazadera Clamp	Aluminio	corte-maquinado-barrenado	4	14/60
113	Soporte del Carro Izquierdo	Aluminio	corte-maquinado-barrenado-cepillado	1	16/60
114	Placa Base del Carro	Aluminio	corte-maquinado-barrenado-cepillado	4	17/60
115	Indicador de Posición	Aluminio	corte	4	19/60
116	Plataforma Superior	Aluminio	corte-barrenado	1	20/60
117	Eje Tubular del Pistón	Aluminio	torneado	1	21/60
118	Tapa Inferior	Aluminio	torneado	1	22/60
119	Tapa Superior	Aluminio	torneado	1	23/60
120	Camisa del Pistón	Aluminio	torneado	1	24/60
121	Tapa de la Camisa	Aluminio	torneado	1	25/60
122	Pistón de la Interfaz	Aluminio	torneado	1	26/60
123	Estructura de la Interfaz	Aluminio	corte	1	27/60
124	Base de la Interfaz	Aluminio	corte-maquinado-barrenado-cepillado	2	28/60
125	Punto de Interfaz	Aluminio	corte-torneado	4	29/60
126	Control de Acercamiento de la interfaz	Aluminio	torneado	1	32/60
127	Base	Aluminio	corte-torneado	2	33/60
128	Puente	Aluminio	corte-barrenado	1	30/60
129	Tornillo de Ajuste Tip-Tilt de la Mesa	Aluminio	torneado	3	37/60
130	Eje de Giro de la Mesa	Aluminio	torneado	1	38/60
131	Plataforma Fija	Aluminio	corte-maquinado-barrenado-cepillado	1	39/60
132	Plataforma Móvil	Aluminio	corte-maquinado-barrenado-cepillado	1	40/60
133	Perfil de Giro de la Mesa	Aluminio	corte-barrenado	1	41/60
134	Cuerpo del Portafiltros	Aluminio	corte-maquinado	1	42/60
135	Rótula	Aluminio	maquinado	1	43/60
136	Poste de Giro del Portafiltros	Aluminio	torneado-maquinado	1	46/60
137	Bloque Central	Aluminio	corte-maquinado	1	48/60
138	Perilla de Giro	Aluminio	torneado	1	44/60
201	Buje de la Chumacera	Nylon	torneado	2	8/60
202	Seguro del Clamp	Nylon	torneado	8	15/60
203	Interfaz del Portafiltros	Nylon	torneado	1	45/60
204	Buje de la Base	Nylon	torneado	2	34/60
301	Barra del Clamp	Acero Inox	corte	2	13/60
302	Carril eje de la Interfaz	Acero Inox	corte-torneado	2	30/60
303	Barra Poste	Acero Inox	corte	4	35/60
304	Tornillo sin fin c/cuerdas Izq.-der.	Acero	torneado	1	47/60
401	Control de Desplazamiento del Carro	Bronce	corte-torneado	1	12/60
402	Control de Ajuste de la Interfaz	Bronce	torneado	1	31/60
403	Tornillo Opresor de la Interfaz	Bronce	torneado	1	44/60
404	Control de Fijación del Tornillo s/fin	Bronce	torneado	1	50/60
500	Tornillo Opresor-interfaz	Acero	Origen Comercial	4	18/60
600	O-Ring	Hule Natural	Origen Comercial	4	



Despiece

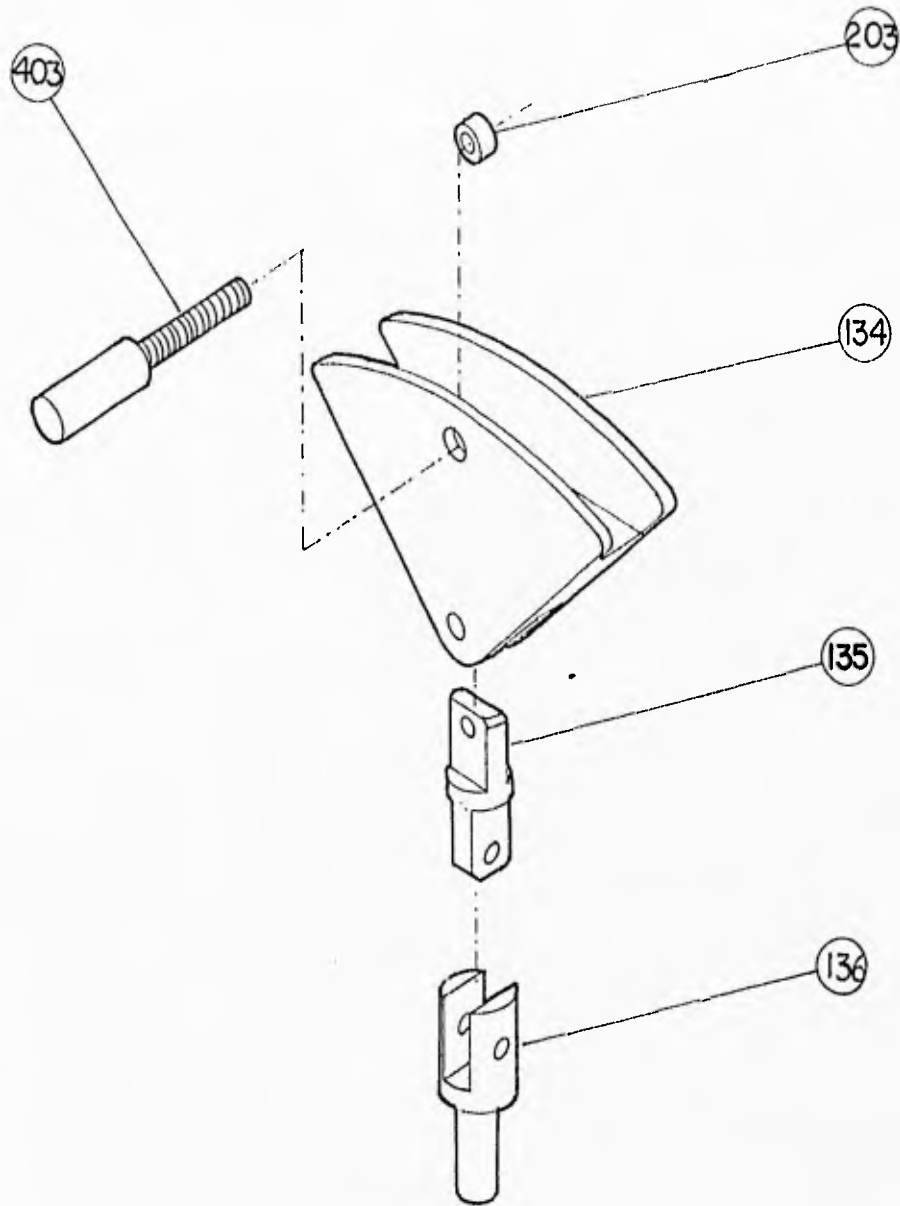
Diseño y Dibujo: Esteban González

Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM

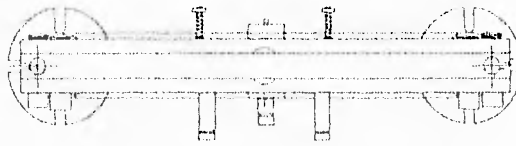


Mesa cinemática y rotatoria para Prismas	#	Despiece	escala
Proceso	Diseño y Dibujo Gaston Gonzalez H	cotas en mm	1.1
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM			

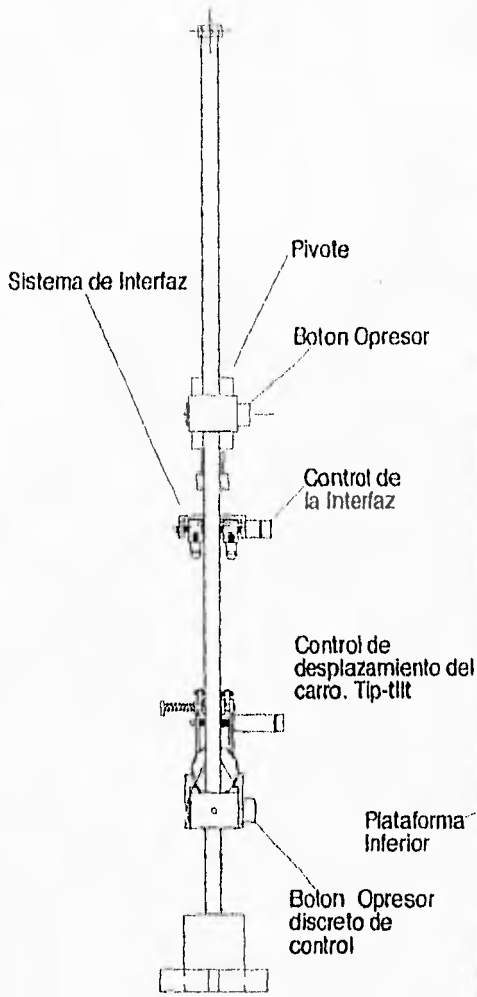




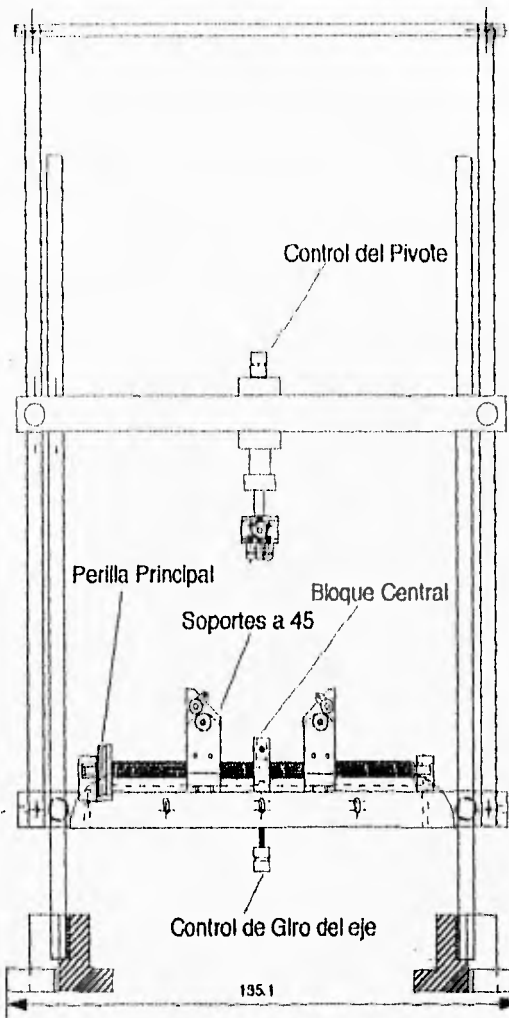
Soporte para Cuerpos Planos	#	Despiece	escala 1.1
Proceso	Diseño y Dibujo Gaston Gonzalez H	cotas en mm	
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM			



vista superior



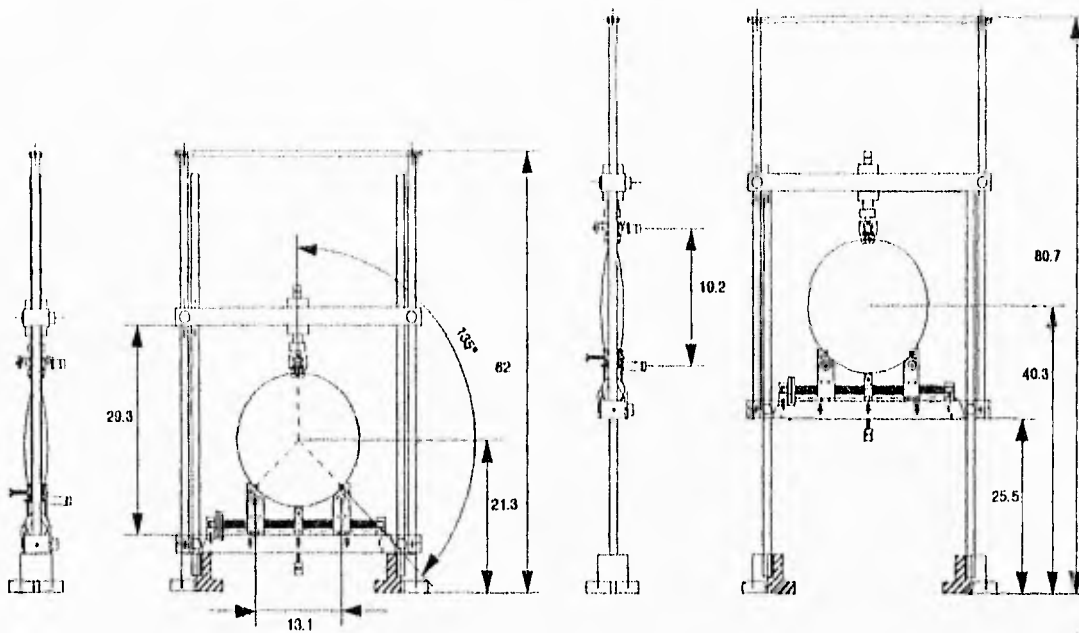
vista lateral



vista frontal

541.8

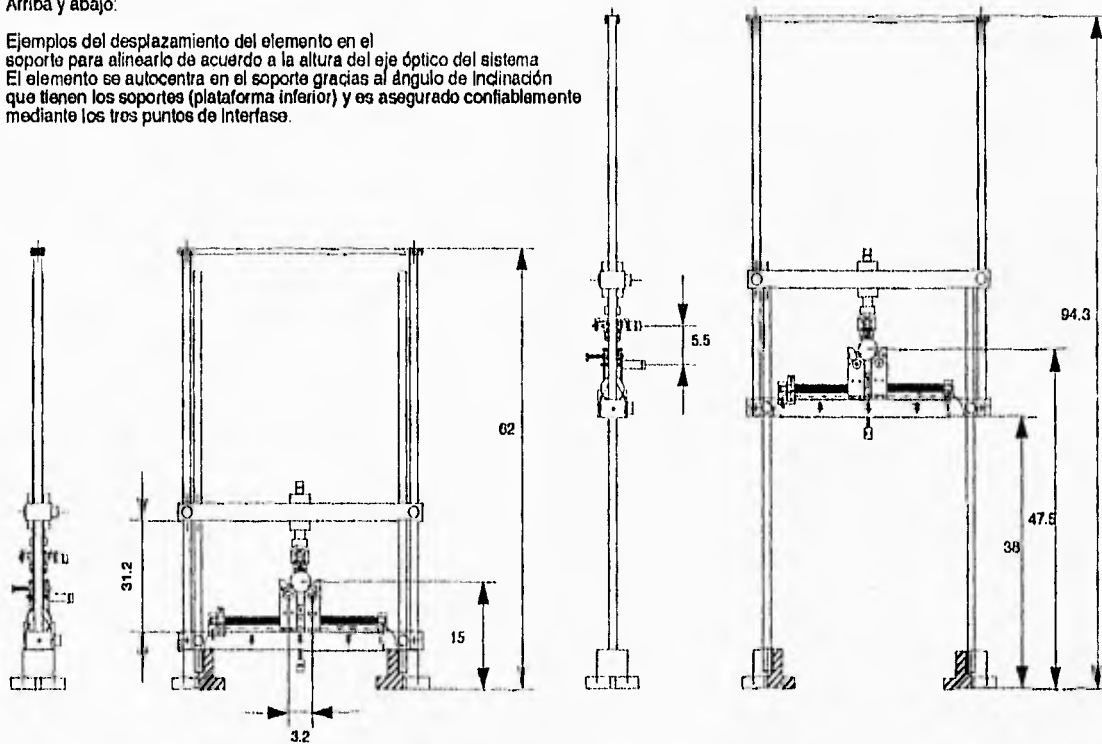
Pieza	Soporte Armado	S-1	Vistas Generales	escala 1:4
Proceso	ensamblado	Diseño y Dibujo Gaston Gonzalez H.	cotas en mm 60/60	
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM				



El soporte con elemento de mayor diámetro: 6 pulgadas (153mm)

Arriba y abajo:

Ejemplos del desplazamiento del elemento en el soporte para alinearlo de acuerdo a la altura del eje óptico del sistema. El elemento se autocentra en el soporte gracias al ángulo de inclinación que tienen los soportes (plataforma inferior) y es asegurado confiablemente mediante los tres puntos de interfase.



El soporte con elemento de menor diámetro: 1 pulgada (25.4mm)

Distancia entre los controles

Alturas Máximas

Pieza	Soporte con Elementos de Simetría Rotacional	#	Soporte con elementos de 1" y 6" de diámetro mínimo y máximo	escala
Proceso	Supción-Autocentrado-Alineación	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	1:2
			colas en mm	
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI .UNAM				

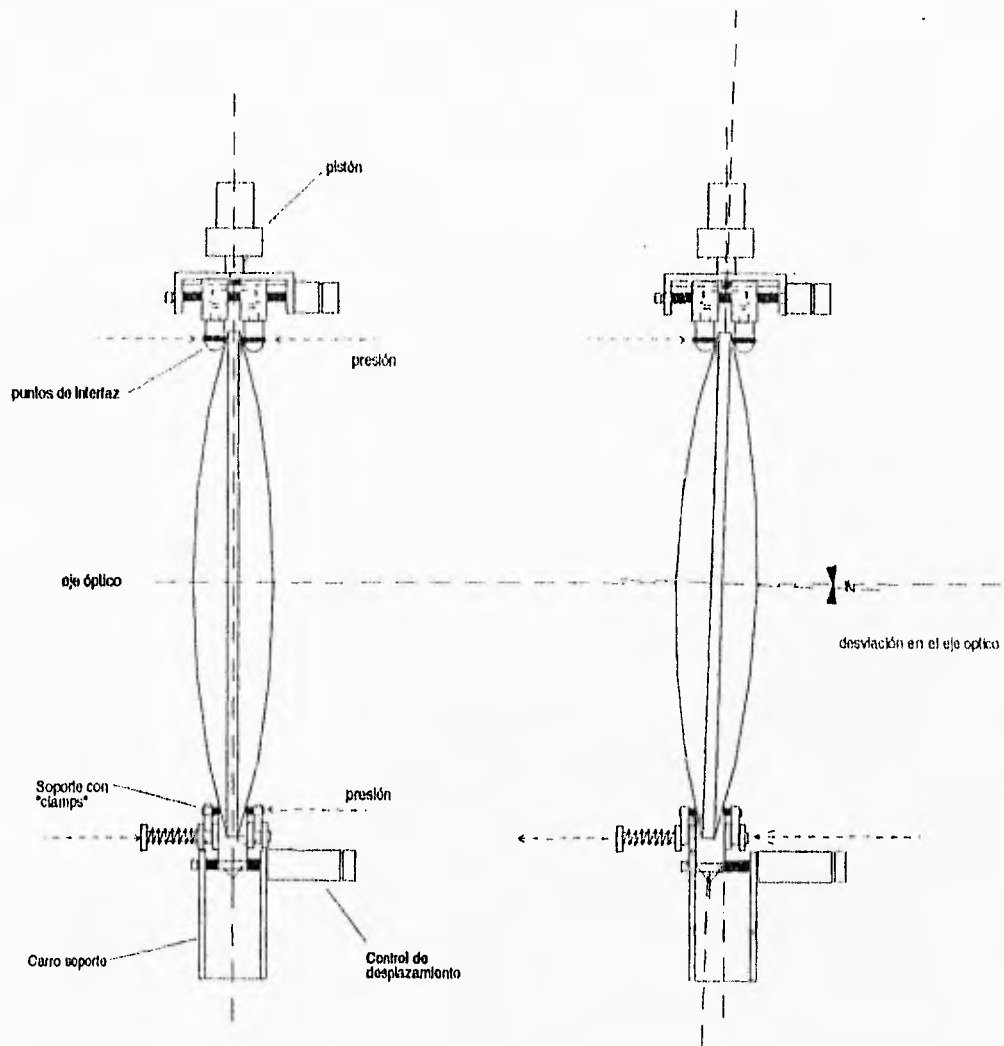
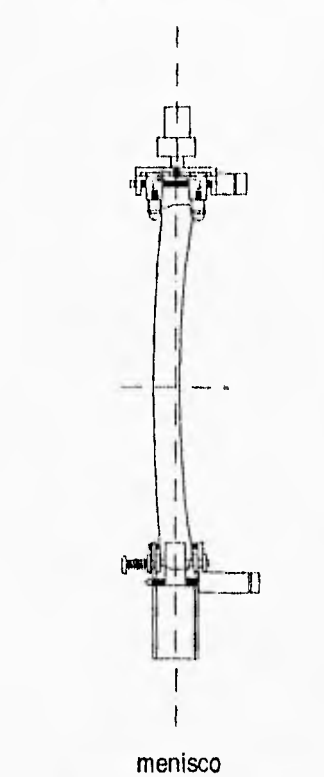
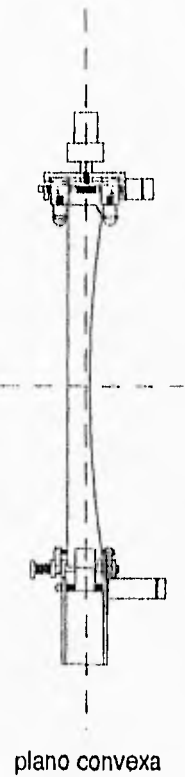
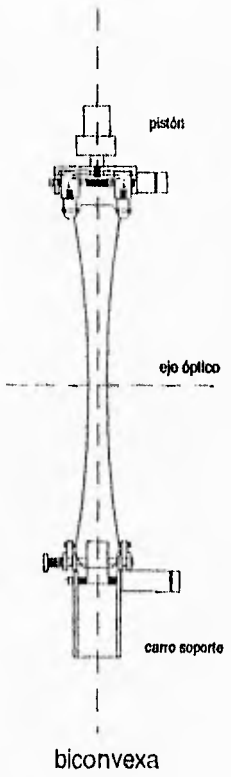
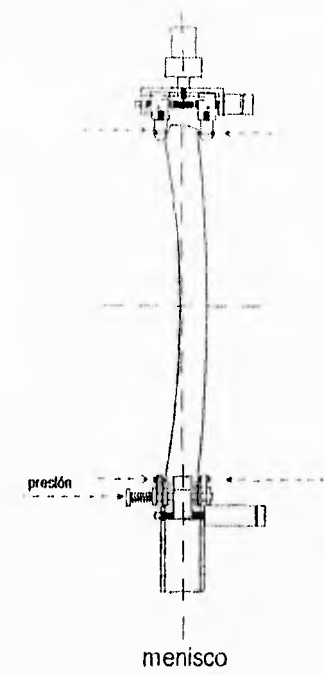
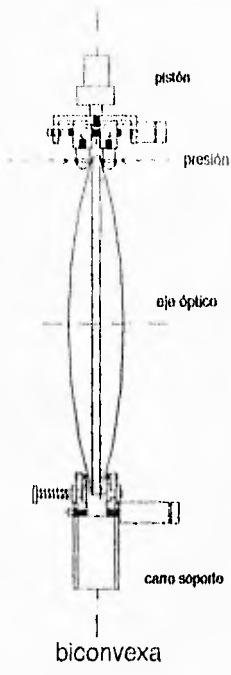


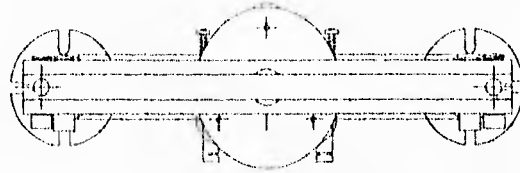
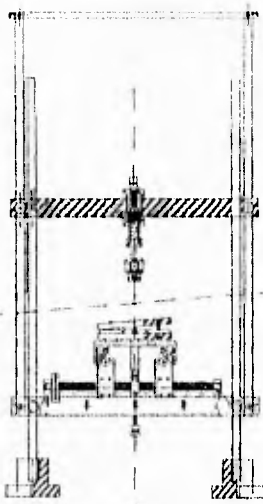
Figura biconvexa

Desplazamiento del soporte independientemente del carro.

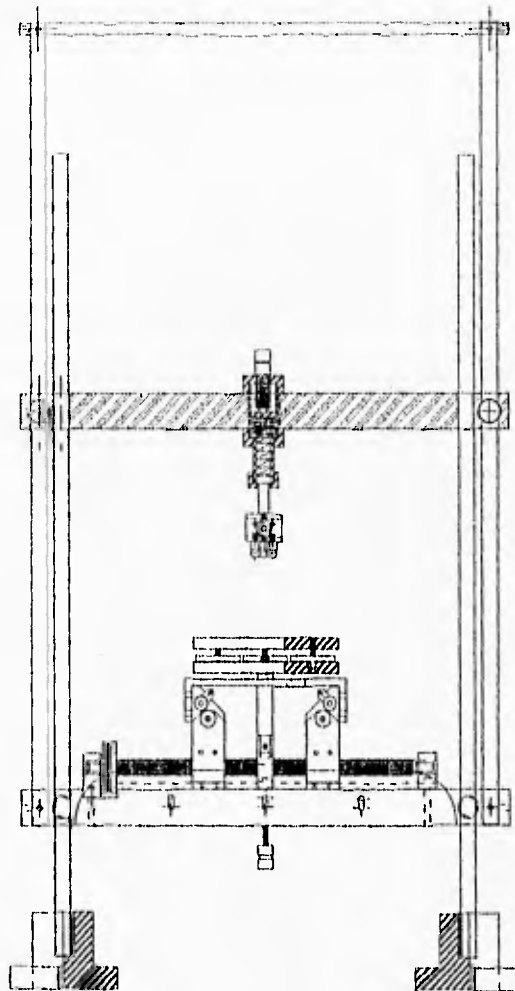
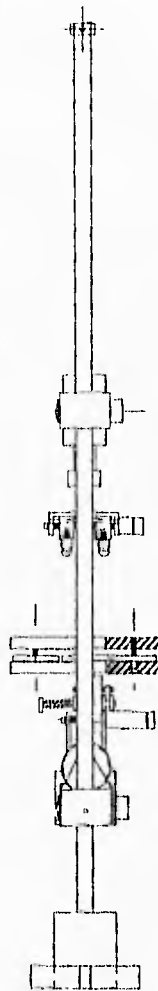
Pieza	Mecanismo TIP-TILT (detalle)	#	Vista Lateral	escala 1:1.5
Proceso	Movimiento de control de ajuste TIP-TILT	Diseño y Dibujo Gaston Gonzalez H.	colas en mm	
<b>Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM</b>				



Pieza	Detalles de interfases y mecanismos de ajuste para las diferentes figuras de los elementos de geometría radial	#	Vista lateral	escala 1:2
Proceso	Ajuste	Diseño y Dibujo Gaston González H.	colas en mm	
<b>Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM</b>				

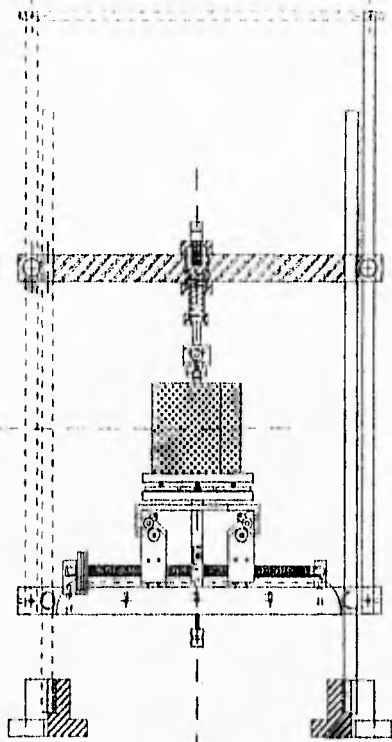
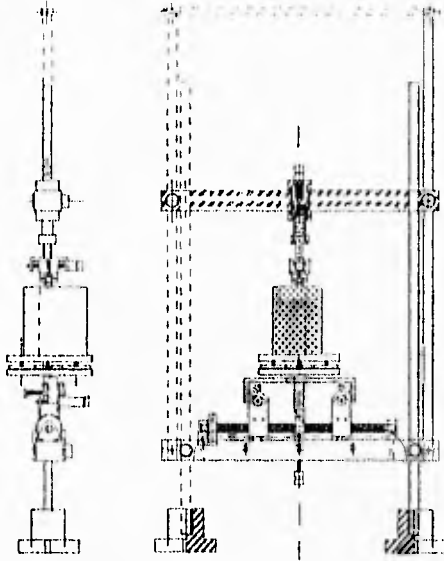
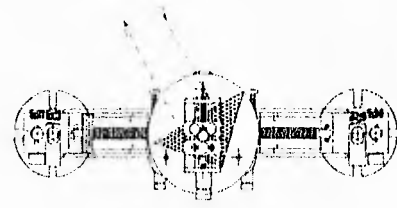


Soporte con la mesa  
en donde se ejemplifica  
la variación en el ángulo de  
inclinación de la mesa

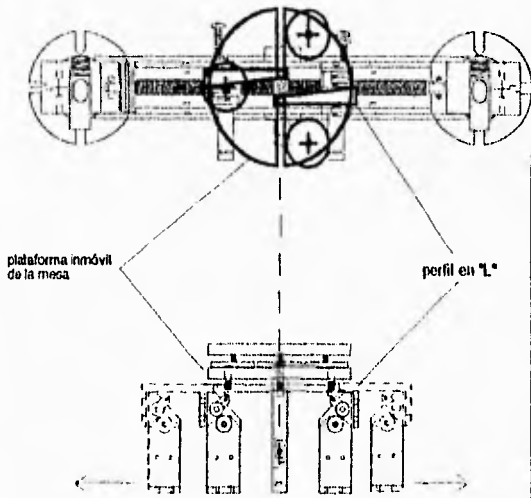


Pieza	Soporte Armado con la Mesa TIP-TILT	#	S-3	Vistas Generales	escala
Proceso	Ensamblado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez It.	cotas en mm	Función
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI .UNAM					1:4

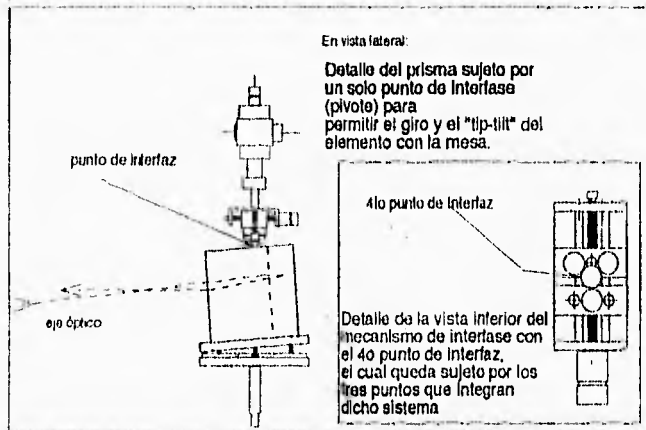




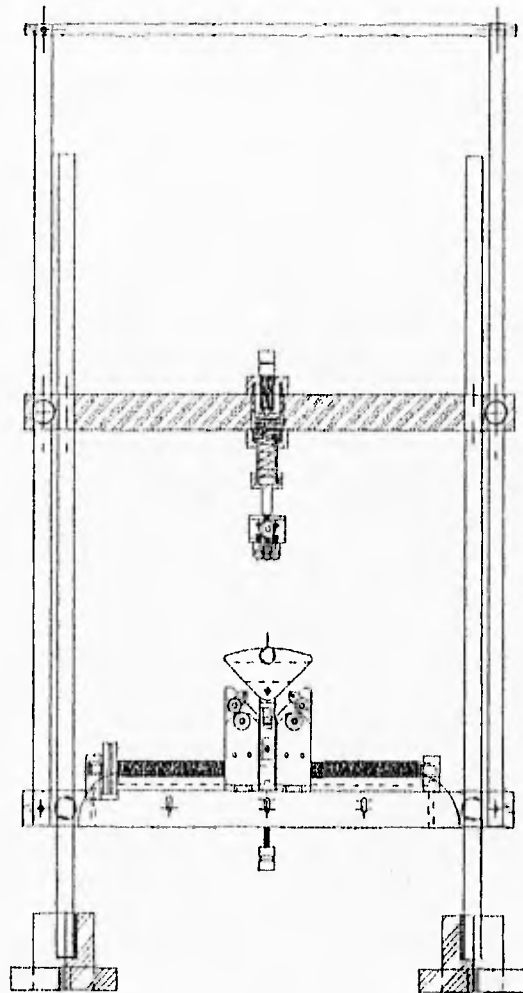
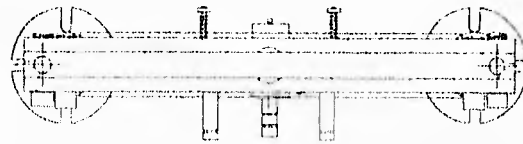
La mesa gira de acuerdo al principio de "par de fuerzas". Un perfil en "L" se ajusta en uno de los canales de la plataforma inmóvil de la mesa, así, al desplazarse el carro, éste provoca el giro. (Mecanismo Génova)



En líneas punteadas se muestra el desplazamiento de los carros

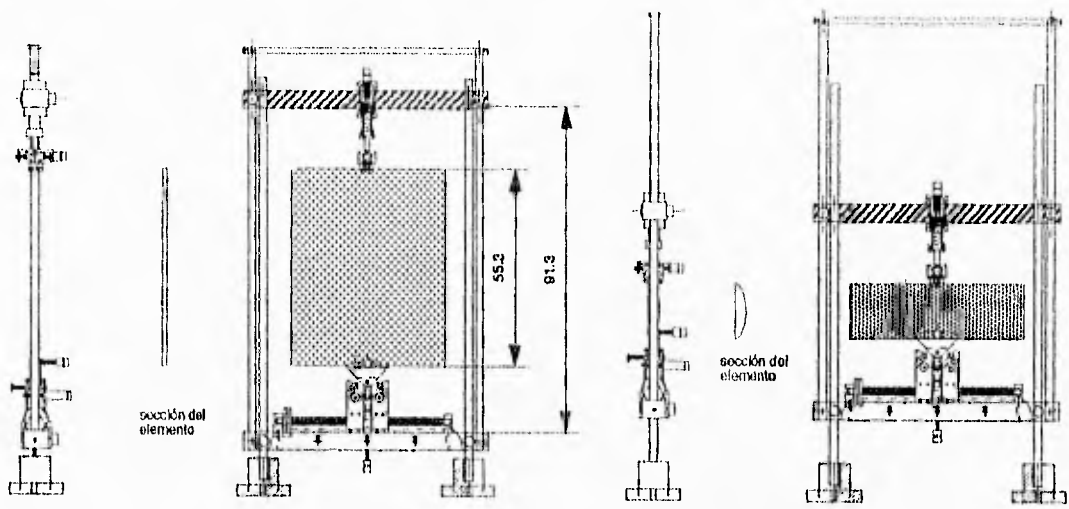


Pieza	Soporte con la Mesa Rotatoria	#	Vistas Generales y Detalle	escala
Proceso	Ajuste-Allineación-Giro-tilt	Diseño y Dibujo	cojas en mm	
		Gaston Gonzalez H.		
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM				

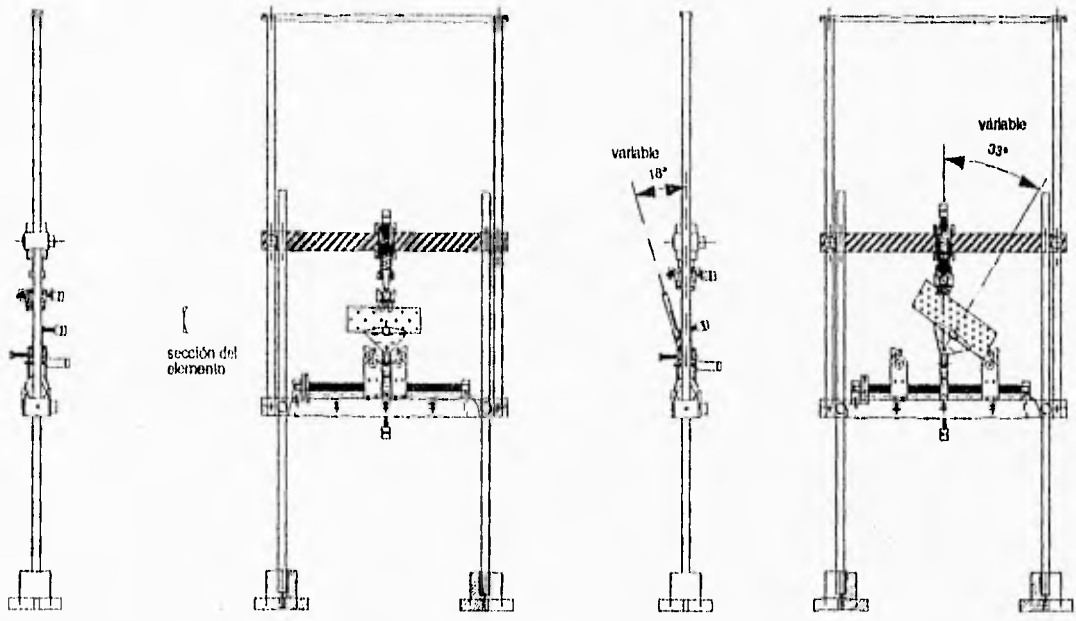


Pieza	Soporte con Portafiltras	S-2	Vistas Generales		escala 1:2
Proceso	Ensamblado	Diseño y Dibujo Gaston Gonzalez H.	colas en mm	Función	
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI .UNAM					



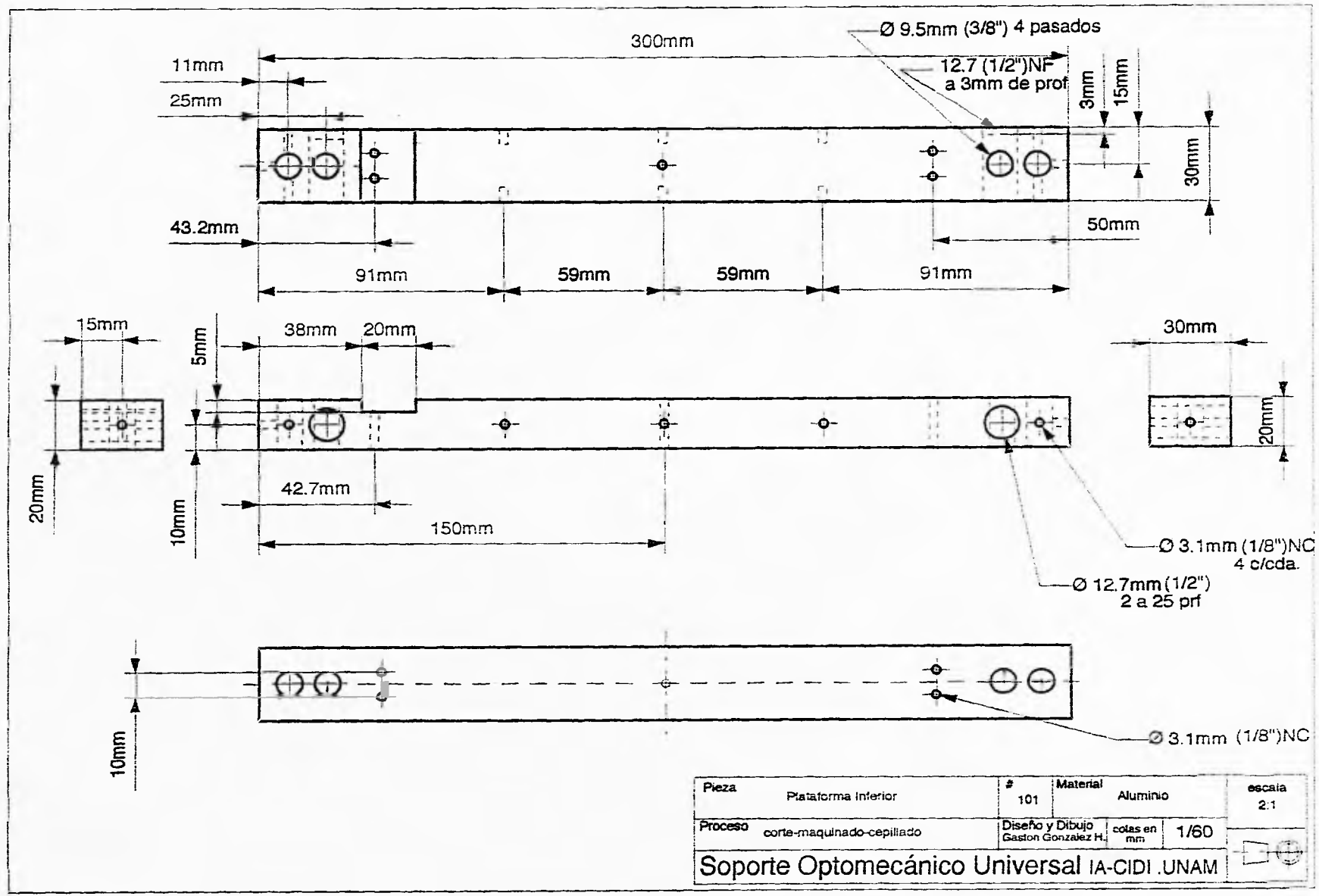


Arriba y abajo:  
 Diferentes figuras de elementos planos así como variación de su altura.

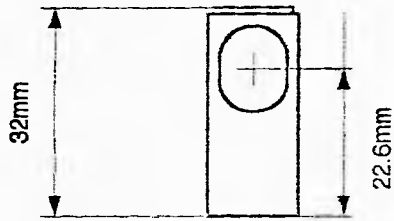


Soporte con el portafiltros girado tanto en el plano lateral como en el frontal

Pieza Soporte con Portafiltros con Elementos Planos	Vistas del Soporte en diferentes posiciones	escala 1:4
Proceso Posicionamiento y variación de su ángulo	Diseño y Dibujo Gaston Gonzalez H.	cotas en mm
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM		



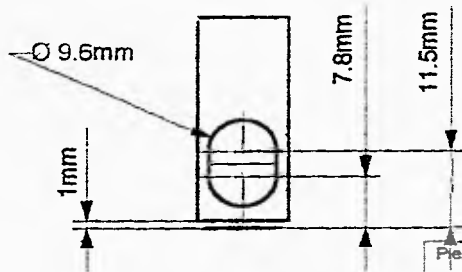
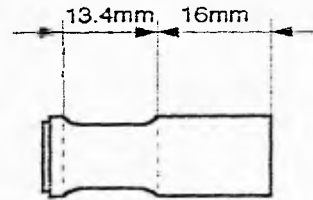
Pieza	Plataforma Interior	#	101	Material	Aluminio	escala	2:1
Proceso	corte-maquinado-cepillado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	1/60		
<b>Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM</b>							



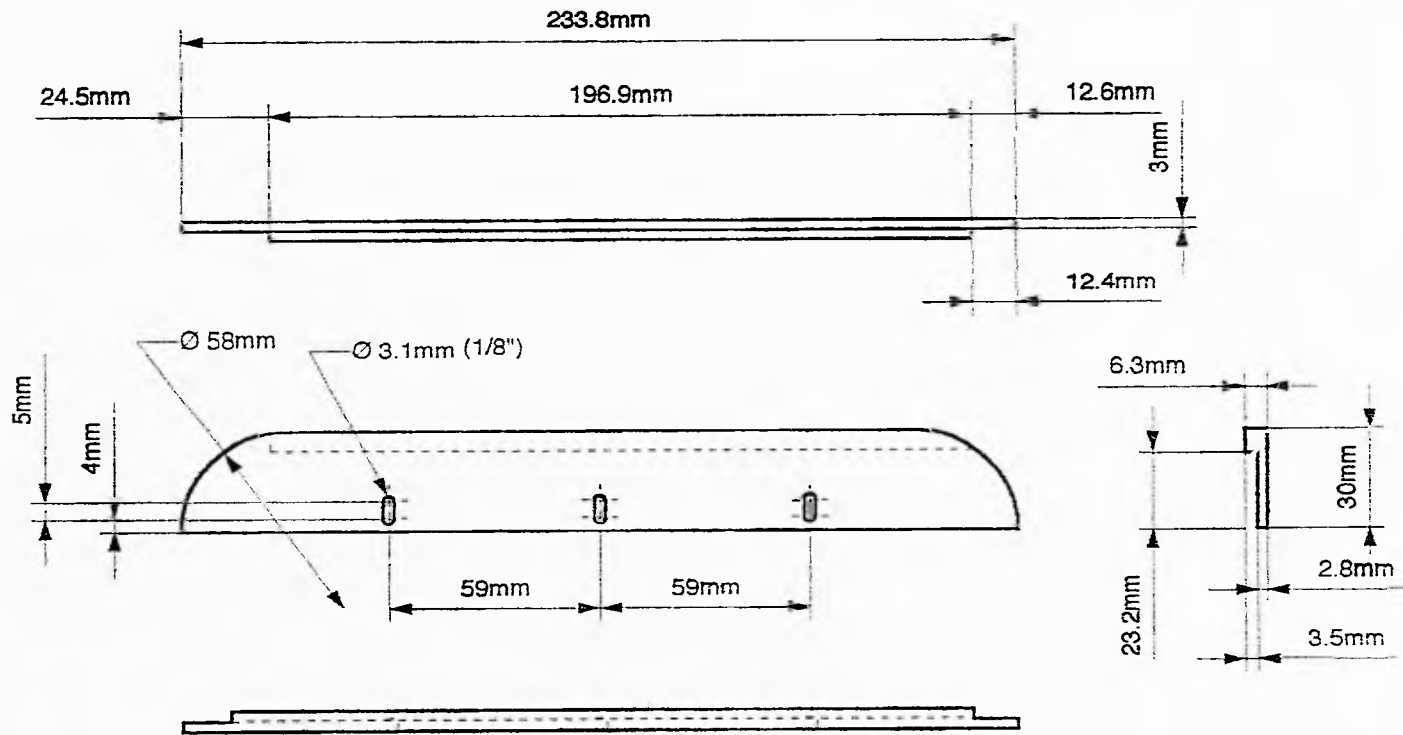
Ø 11mm (7/16")




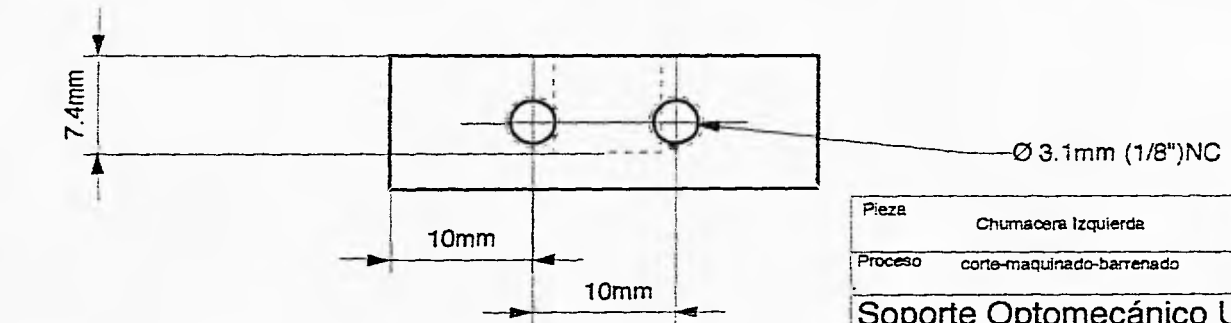
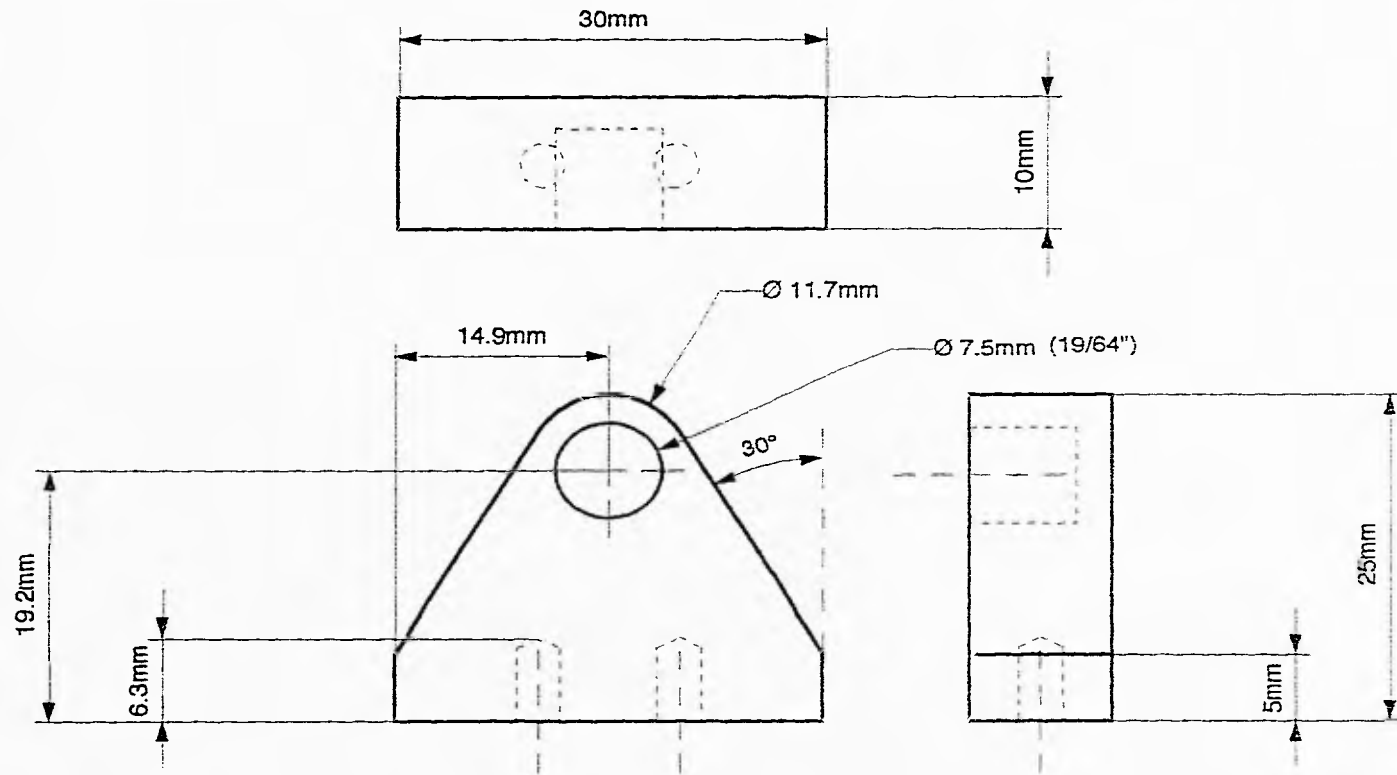
Ø 12.7mm (1/2")



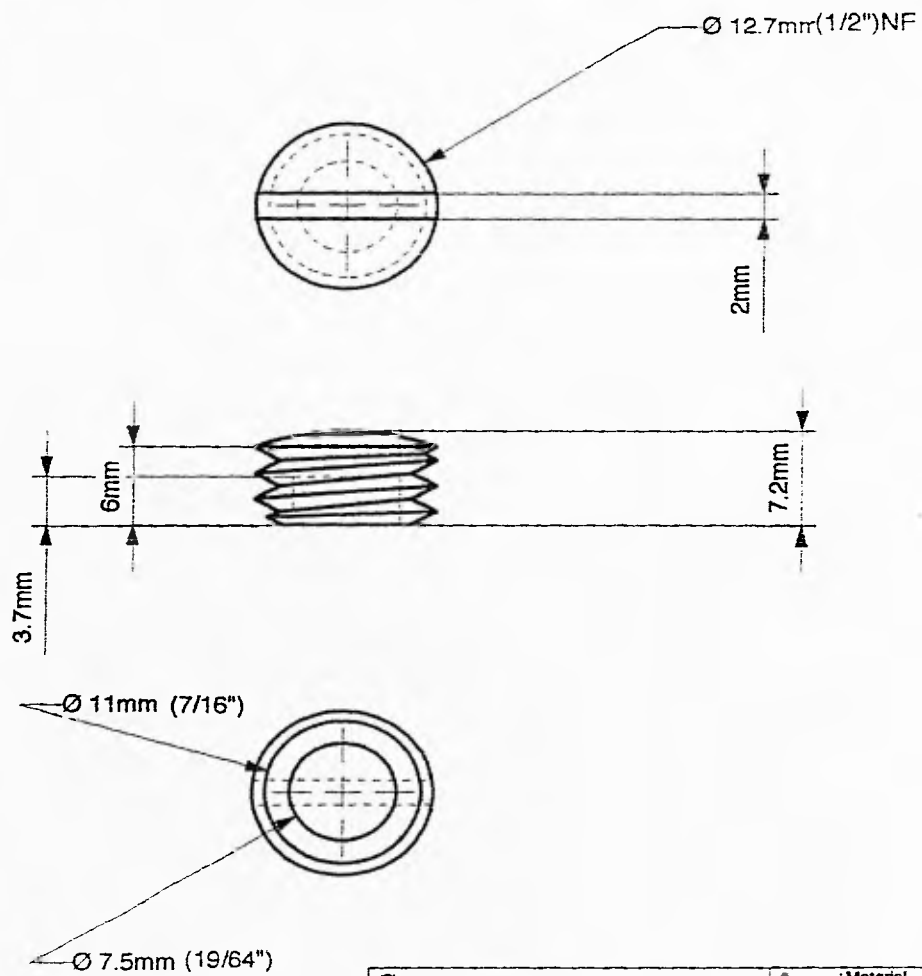
Pieza	Boton de Sujeción	# 102	Materia	Aluminio	escala	1:1
Proceso	barrenado-maquinado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	2/60	
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM						



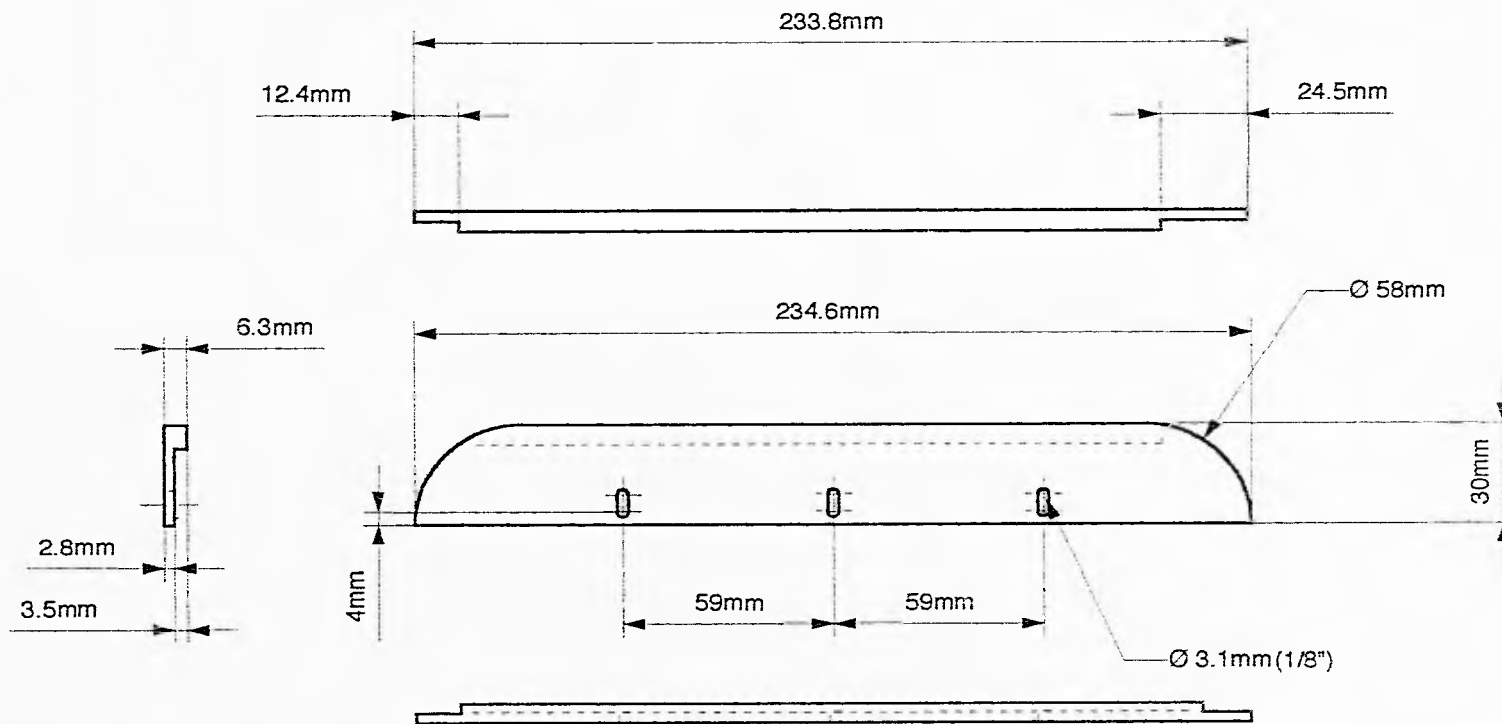
Pieza	Perfil Frontal	#	103	Material	Aluminio	escala	1:2
Proceso	corte-maquinado-cepillado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotes en mm	3/60		
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI .UNAM.							



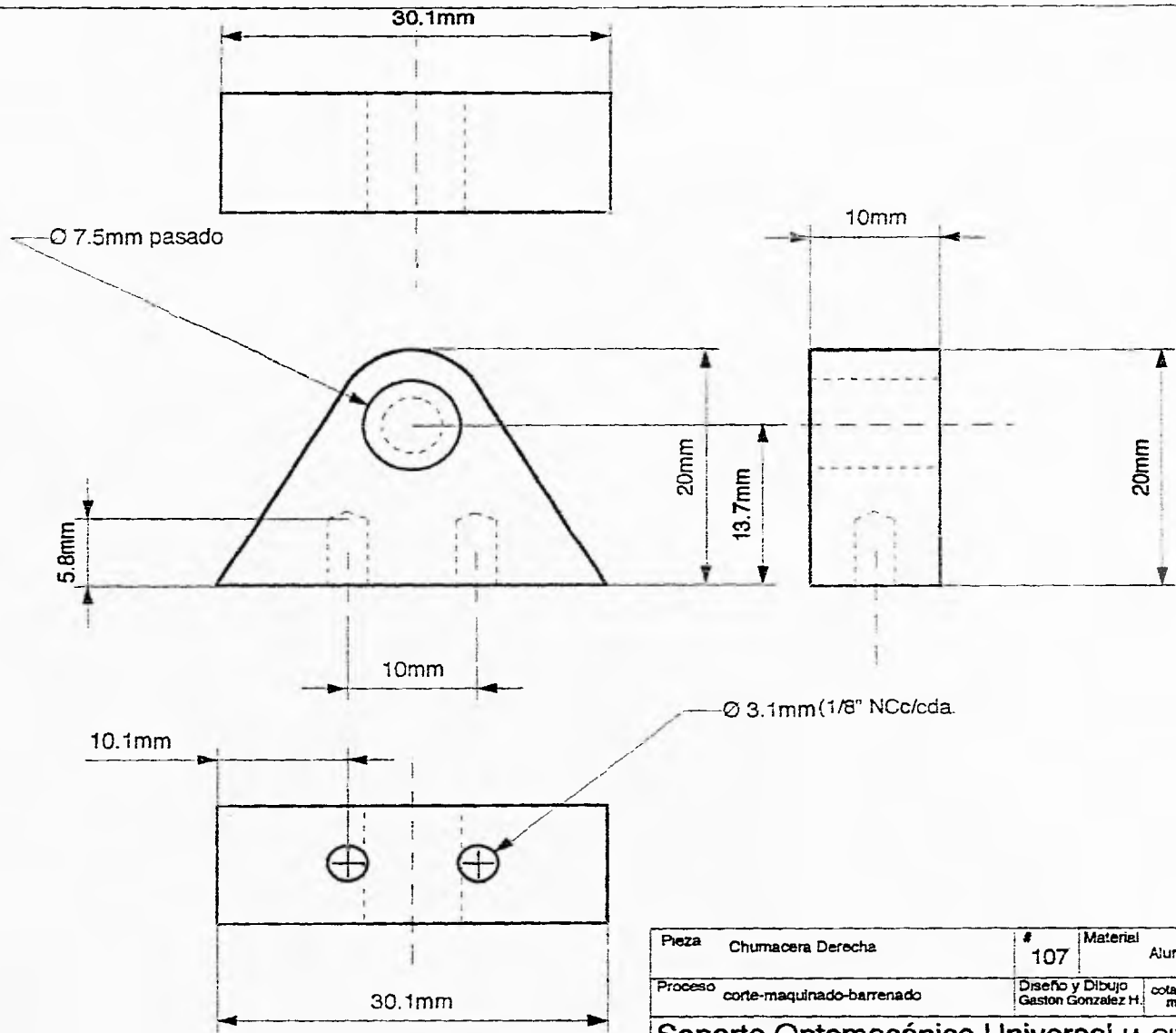
Pieza	Chumacera Izquierda	#	104	Materia	Aluminio	escala	2:1
Proceso	corte-maquinado-barrenado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en	mm	4/60	
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM							




Pieza	Tapon del Botón	#	105	Materia	Aluminio	escala	2:1
Proceso	torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	colas en mm	5/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM							

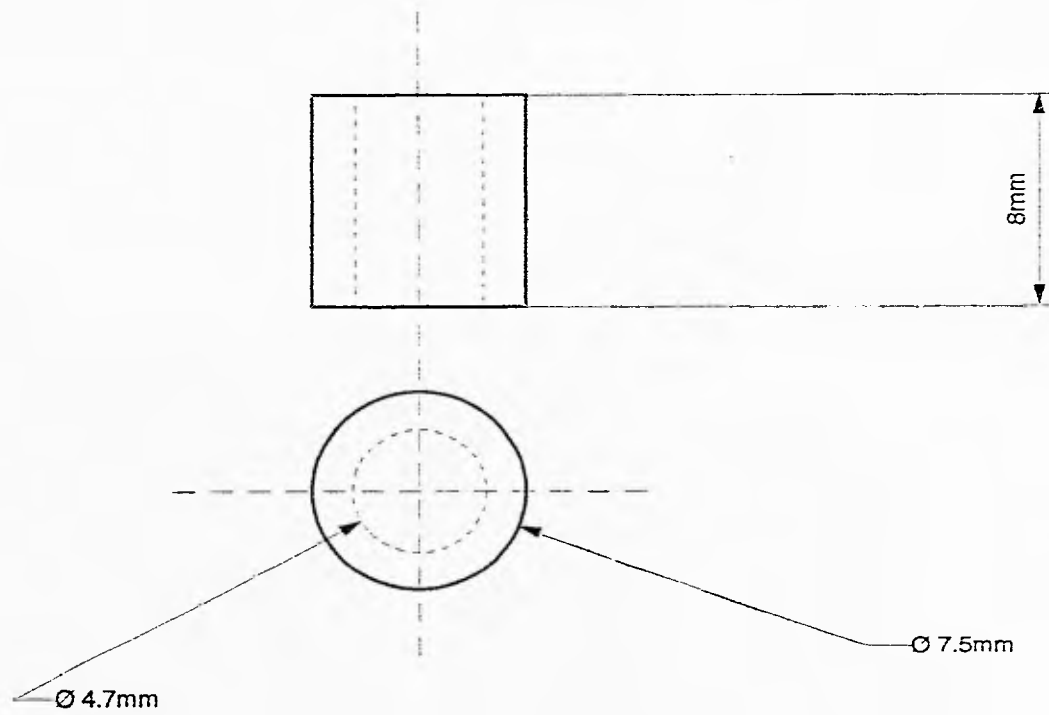


Pieza	Perfil Posterior	#	106	Material	Aluminio	escala	1:2
Proceso	corte-maquinado-cepillado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	6/60		
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI. UNAM							

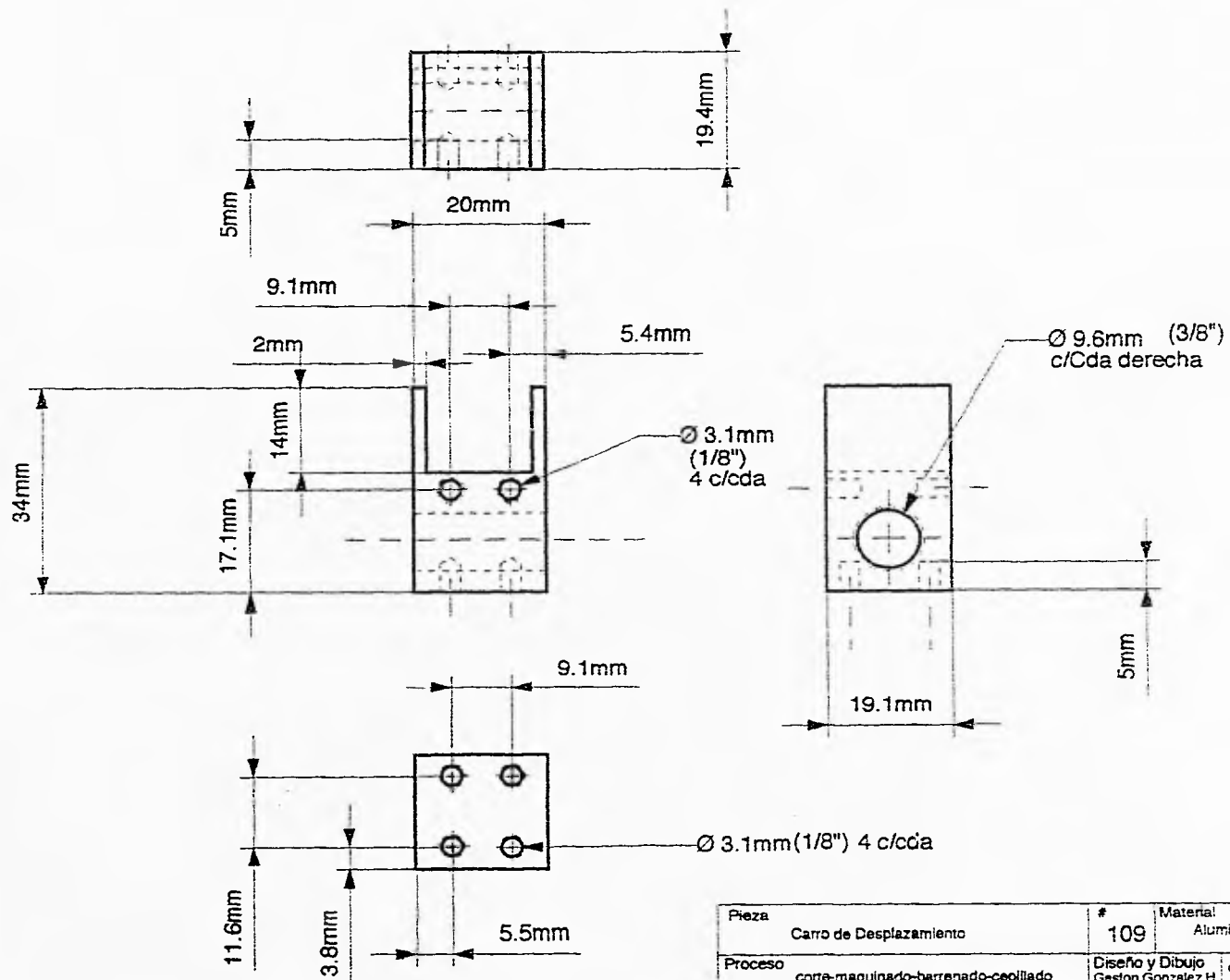


Pieza	Chumacera Derecha	#	107	Material	Aluminio	escala	2:1
Proceso	corte-maquinado-barenado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	7/60		
<b>Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM</b>							

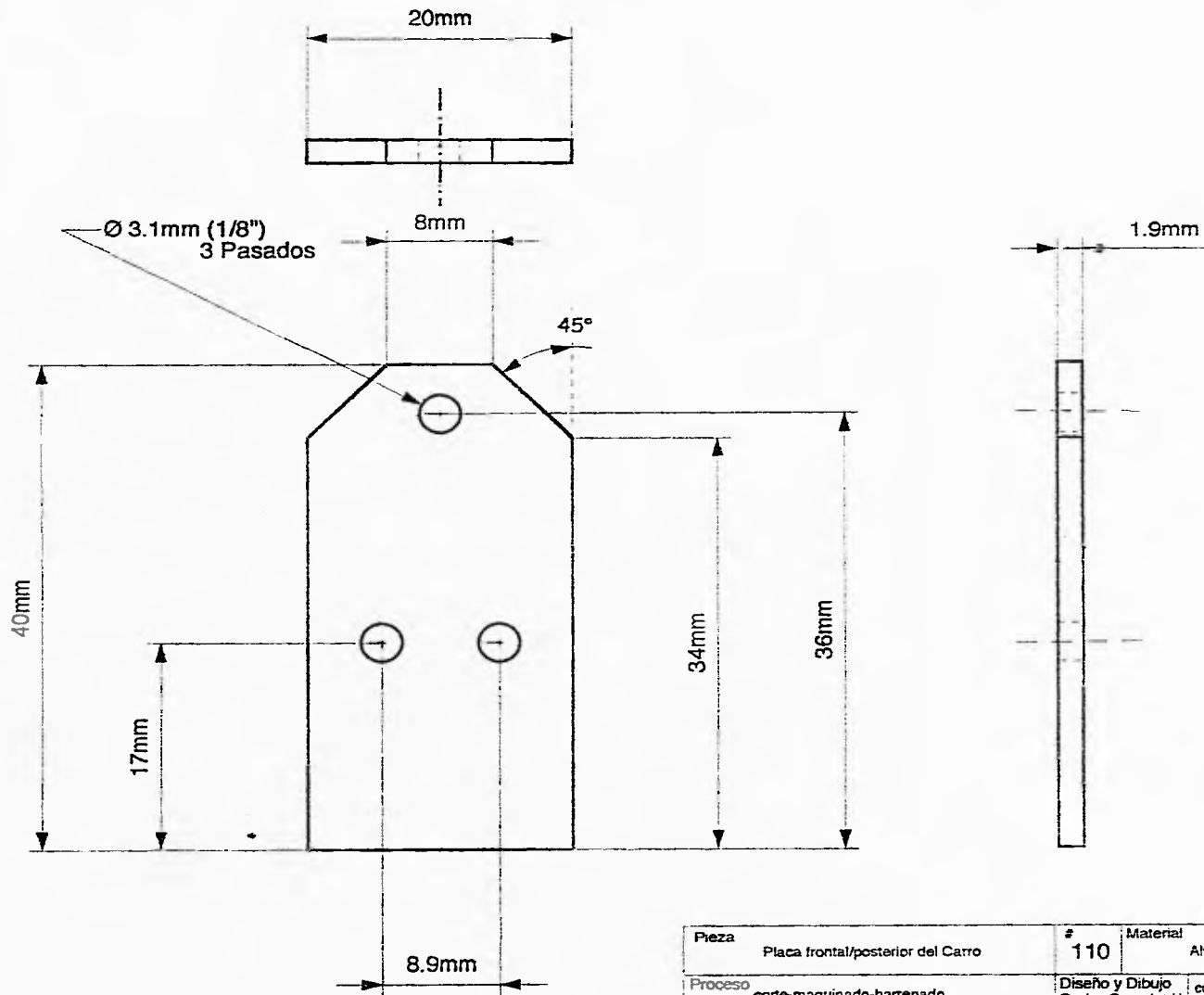




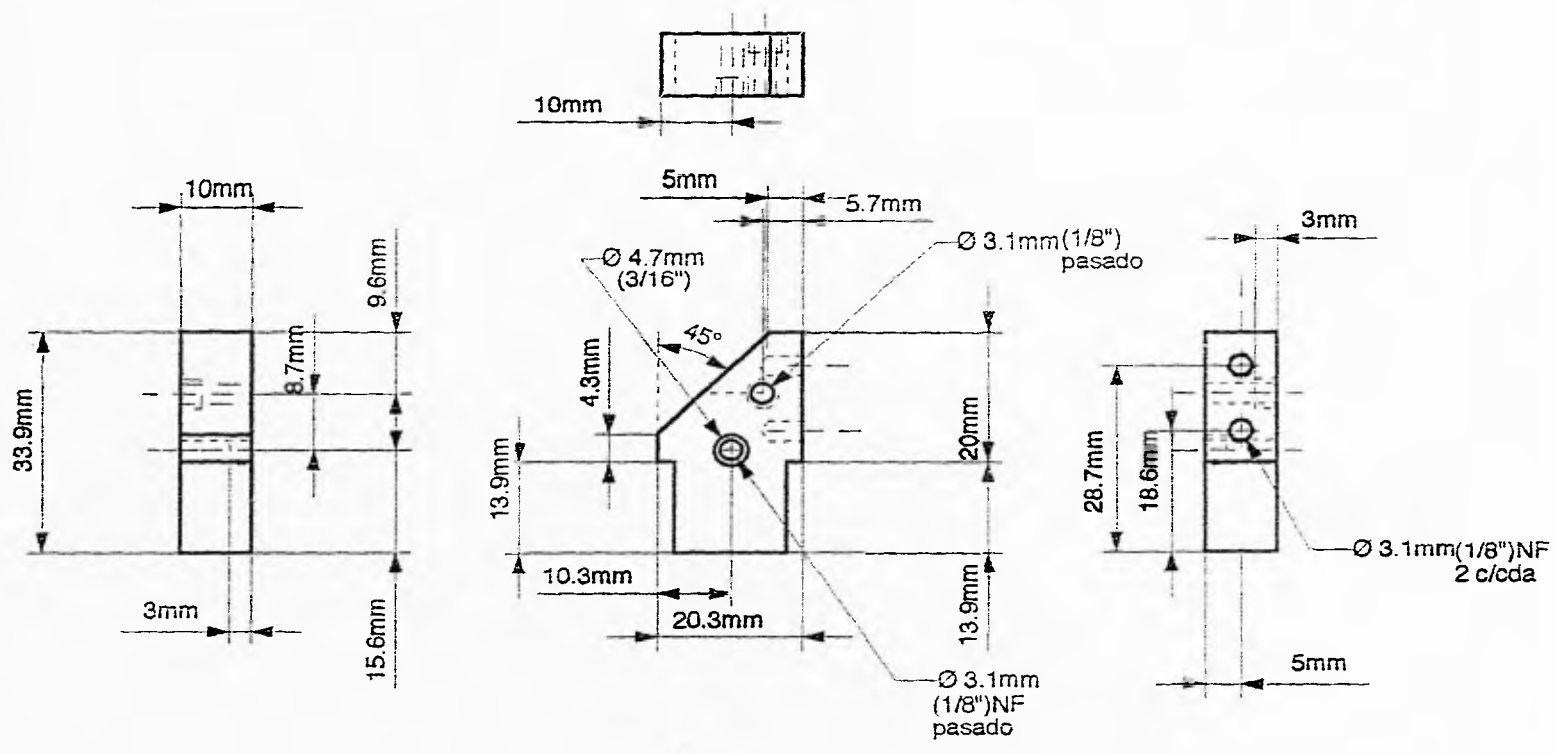
Pieza	Buje de la Chumacera	#	201	Material	Nylon	escala	4:1
Proceso	torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	8/60		
<b>Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM</b>							



Pieza	Carro de Desplazamiento	#	109	Materia	Aluminio	escala	2:1
Proceso	corte-maquinado-barenado-cepliado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	9/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM							

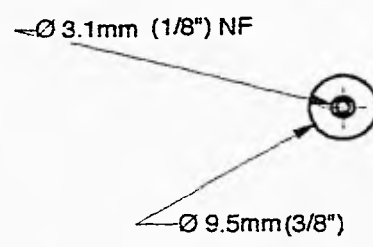
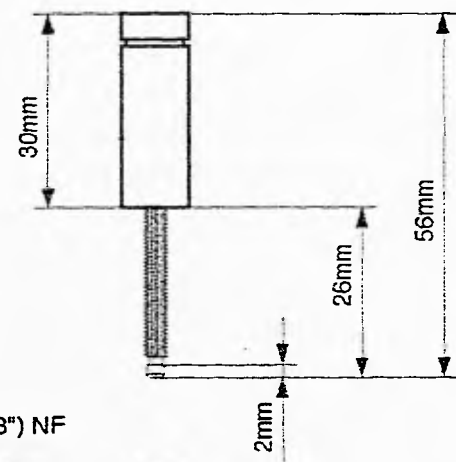
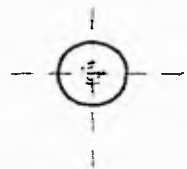


Pieza	Placa frontal/posterior del Carro	#	110	Material	Aluminio	escala	2:1
Proceso	corte-maquinado-barenado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	10/60		
<b>Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM</b>							

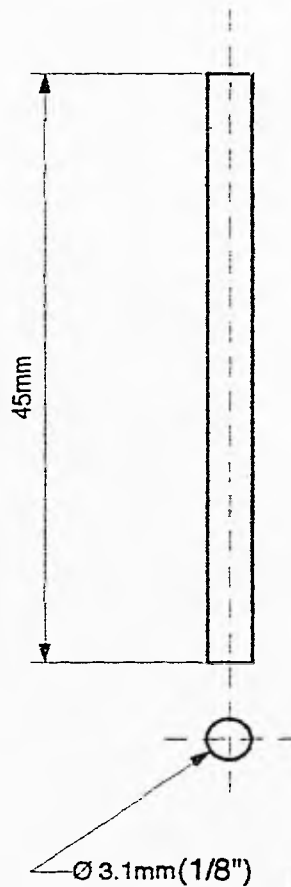


Pieza	#	Materia	escala
Soporte del Carril Derecho	111	Aluminio	1:1
Proceso	Diseño y Dibujo		cotas en mm
corte-maquinado-barronado	Gaston Gonzalez H.		
			11/60

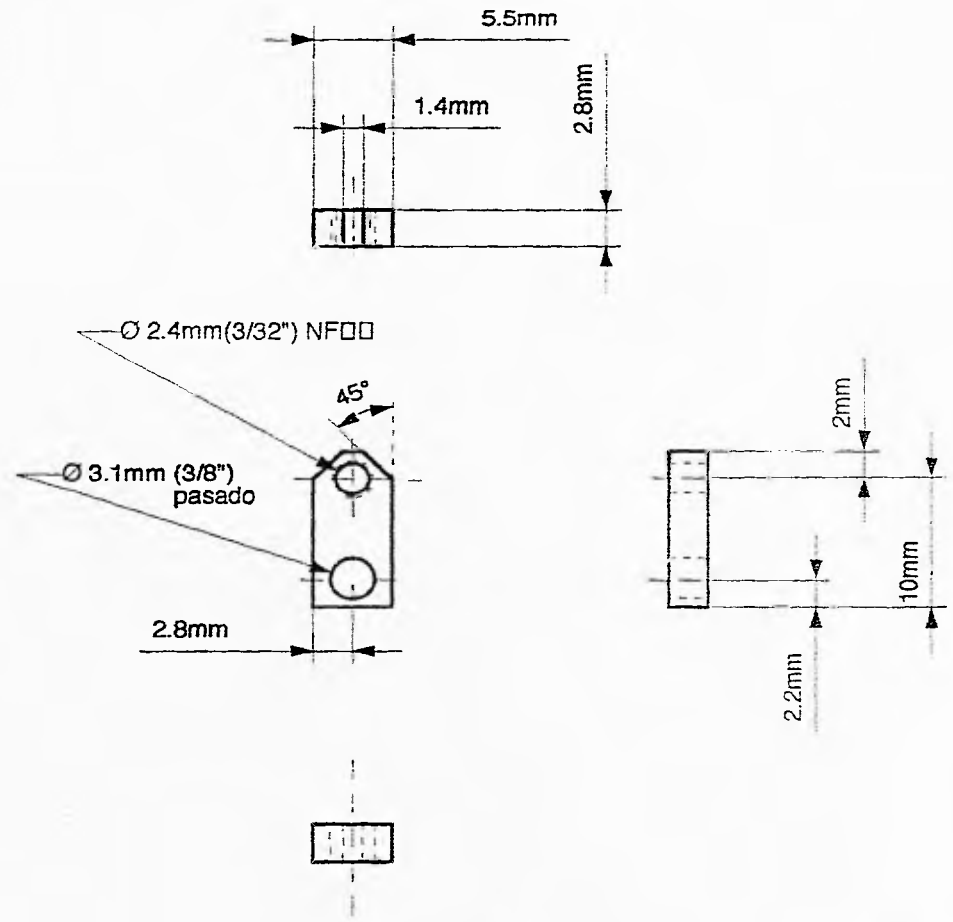
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM



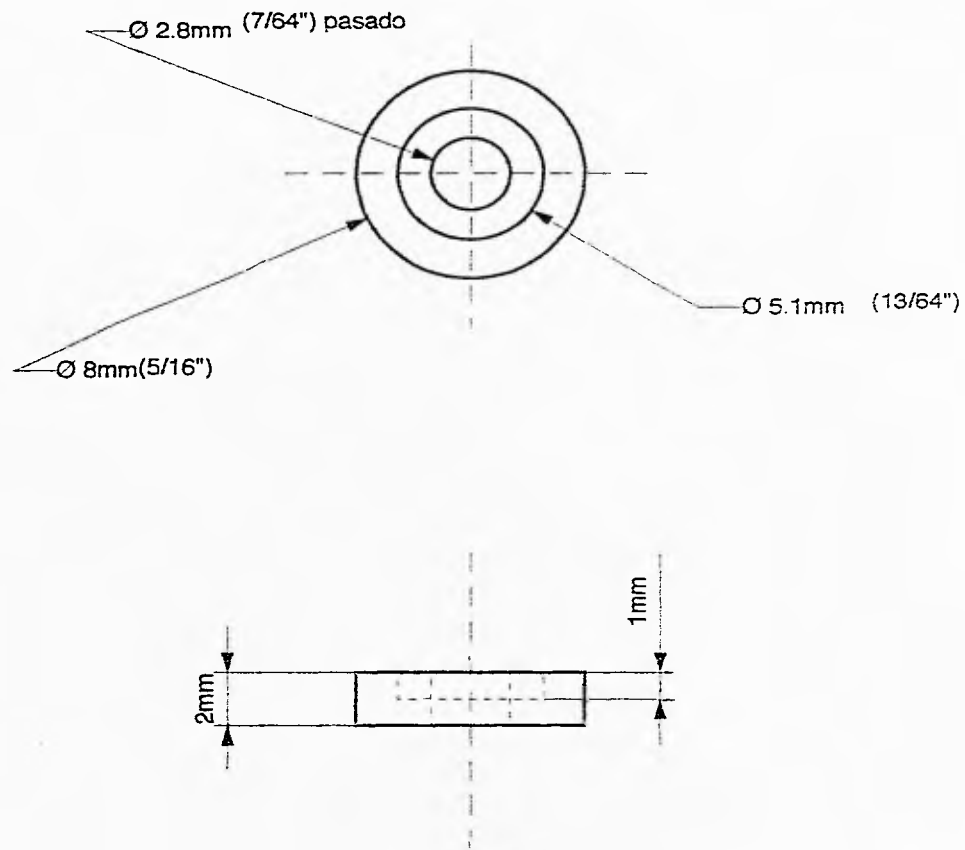
Pieza	Control de Desplazamiento del Carro	#	401	Material	Bronce	escala	2:1
Proceso	Corte-torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	12/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM							



Pieza	Barra de la Prensa o Clamp	#	301	Material	Acero	escala	4:1
Proceso	Corte	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en	mm	13/60	
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM							

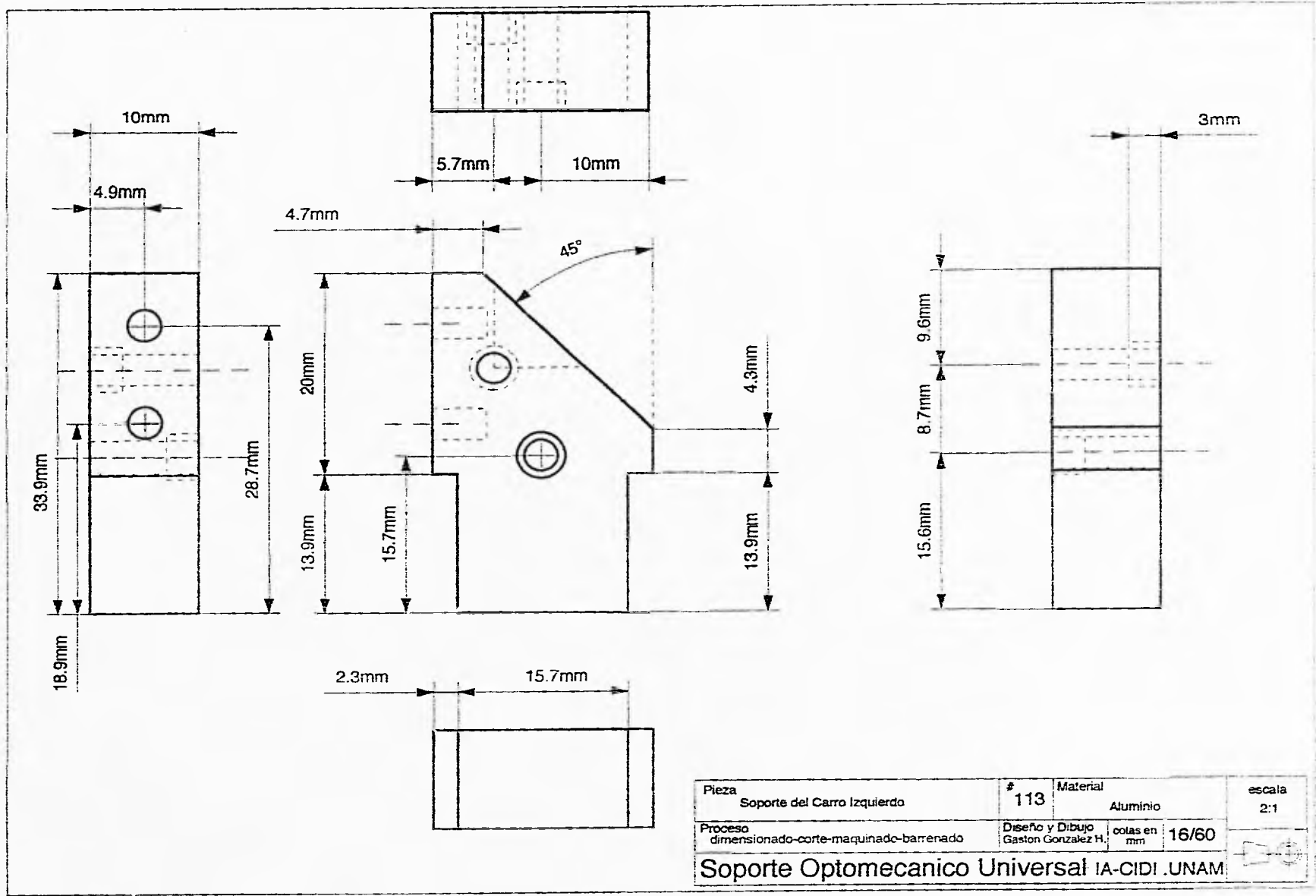


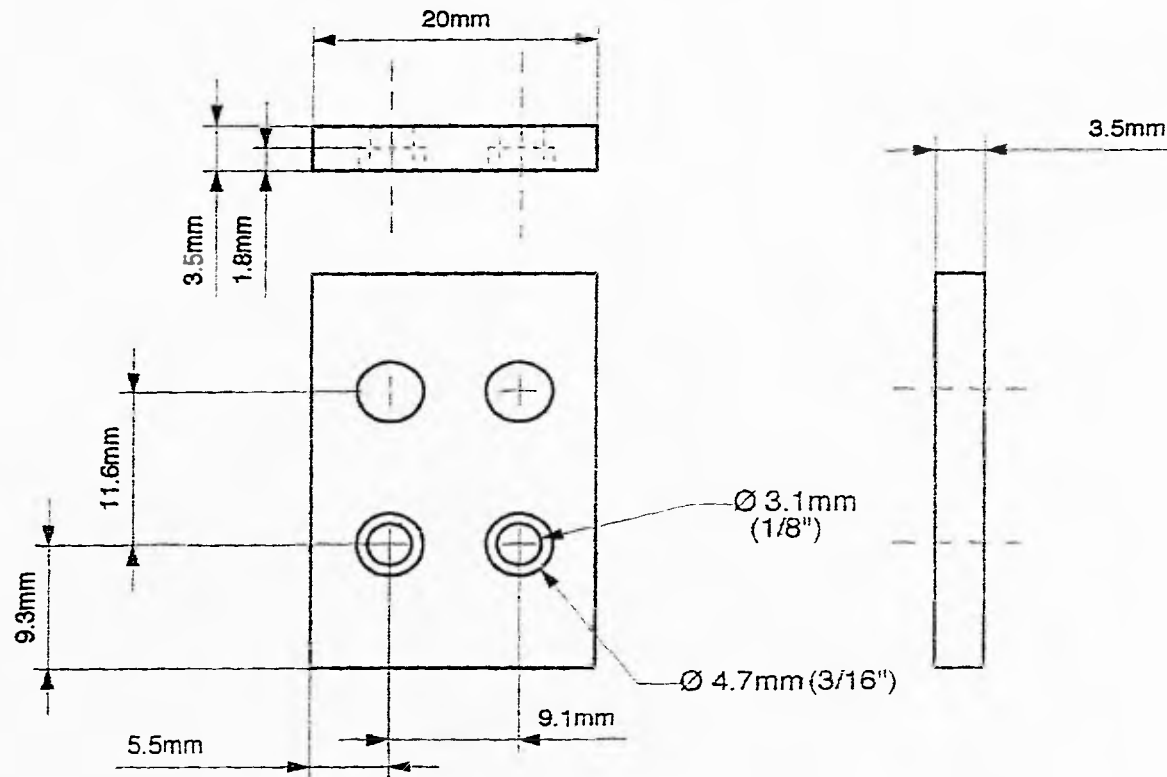
Pieza	Clamp	#	112	Material	aluminio	escala	4:1
Proceso	corte-maquinado-barronado		Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	14/60	
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM							



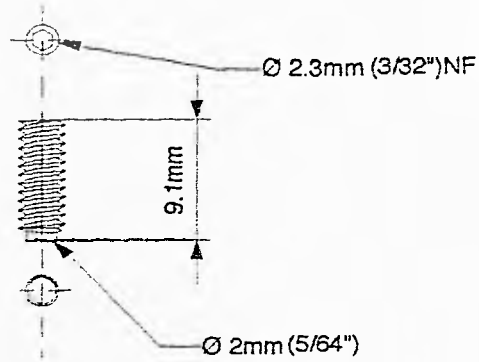
Pieza	Seguro del Clamp	#	202	Material	Nylon o Aluminio	escala	4:1	
Proceso	torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	15/60			
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM								




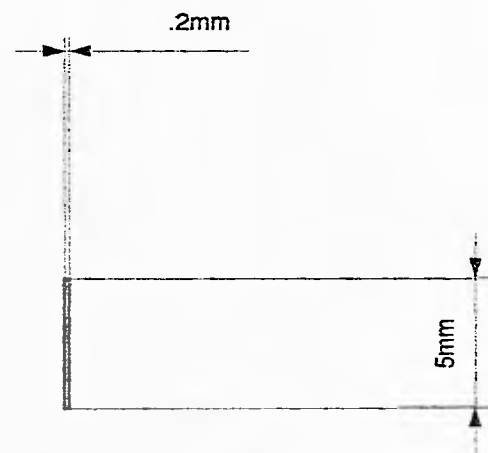
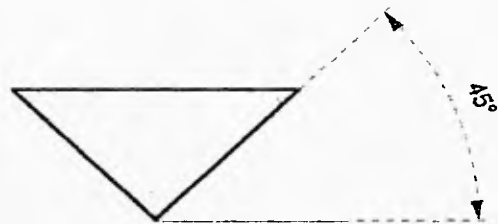
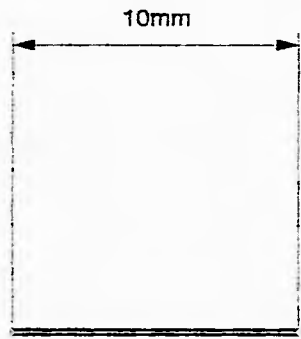




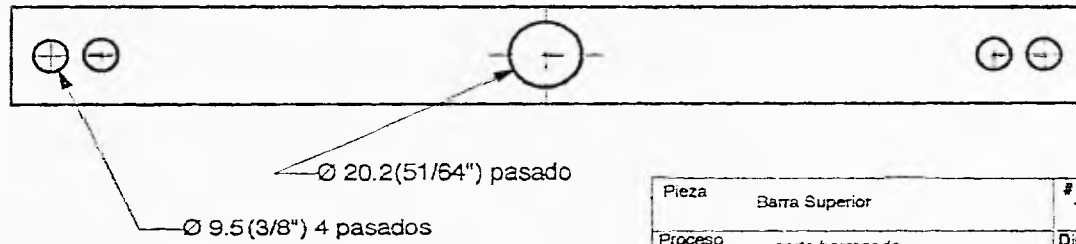
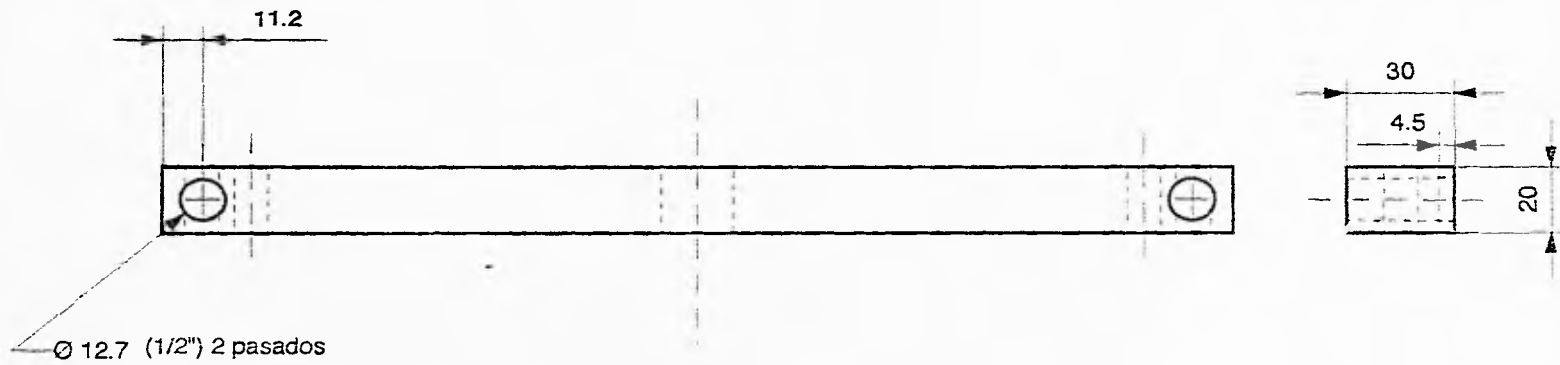
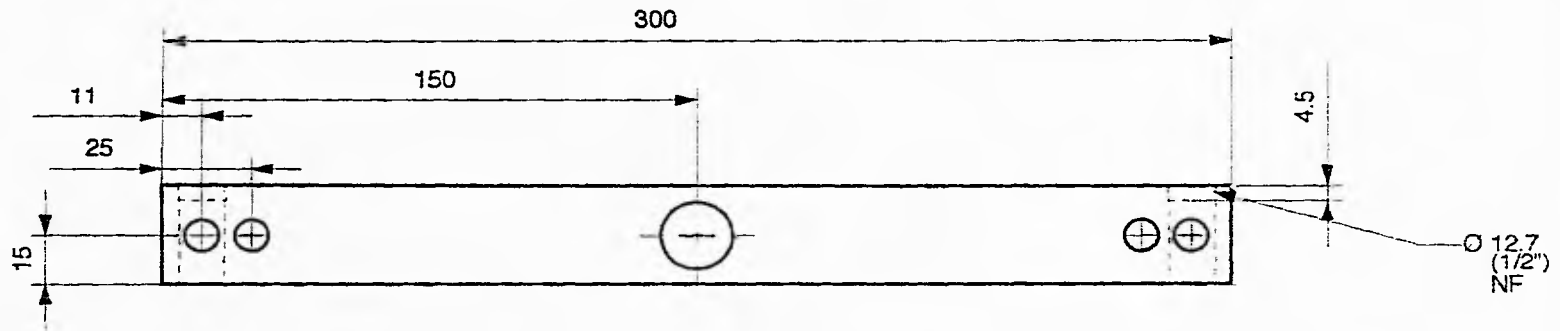
Pieza	Placa Base del Carro	#	114	Material	Aluminio	escala	2:1
Proceso	corte-barrenado-cepillado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en	mm	17/60	
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM							



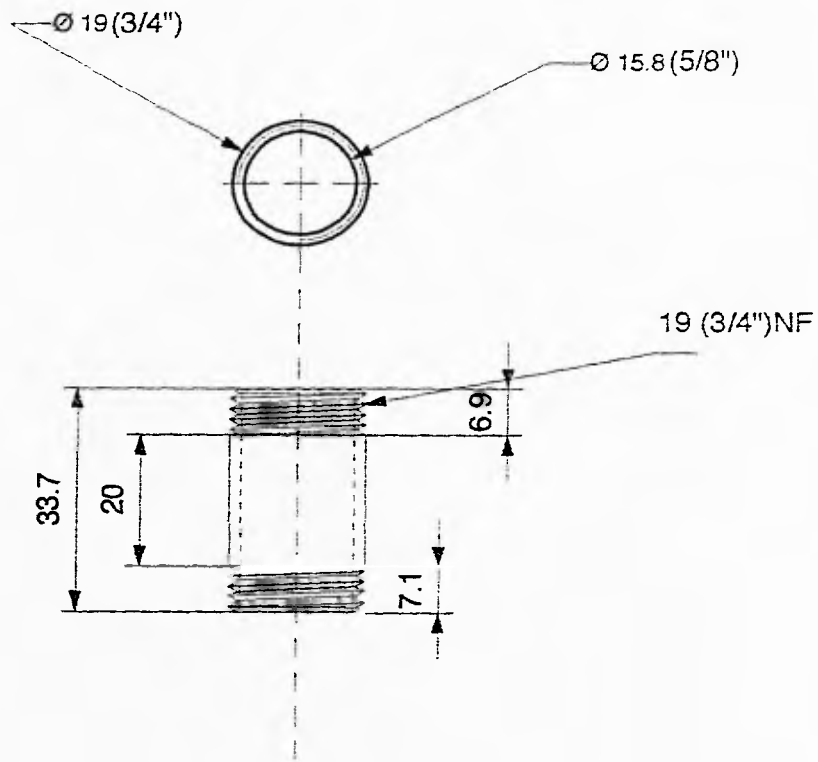
Pieza	Tornillo Opresor de Interfase	#	500	Material	Acero (origen Comercial)	escala	2:1
Proceso		Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	18/60		
<b>Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM</b>							



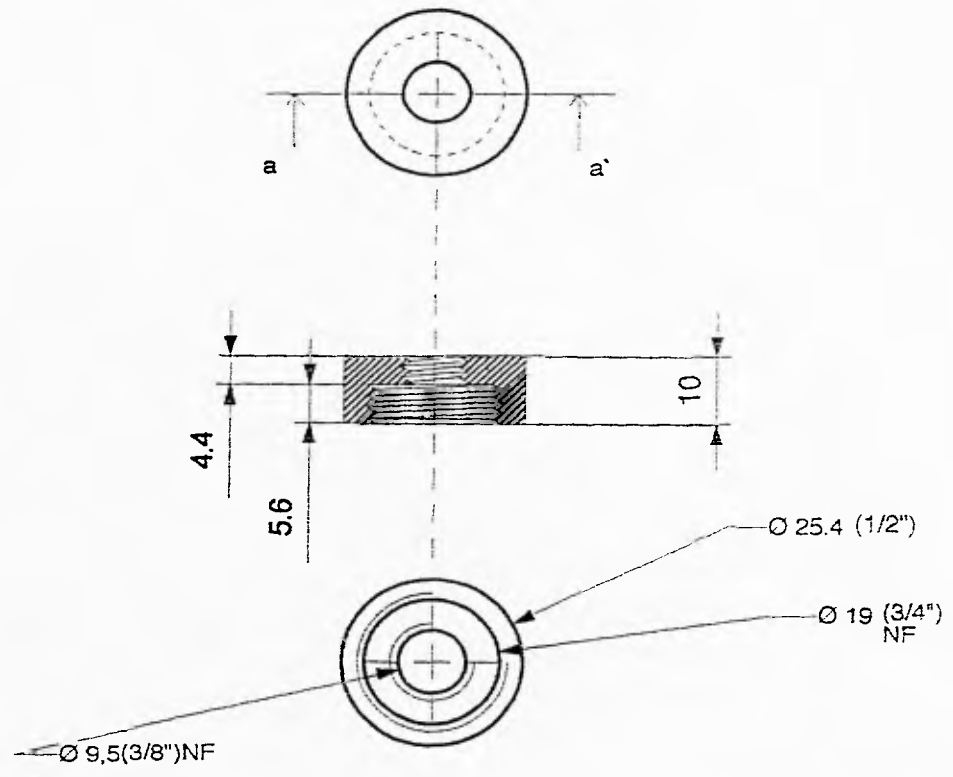
Pieza	Indicador de posicion	#	Material	escala
		115	lamina de aluminio	2:1
Proceso	Corte	Diseño y Dibujo	cotas en	
		Gaston Gonzalez H.	mm	19/60
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM				




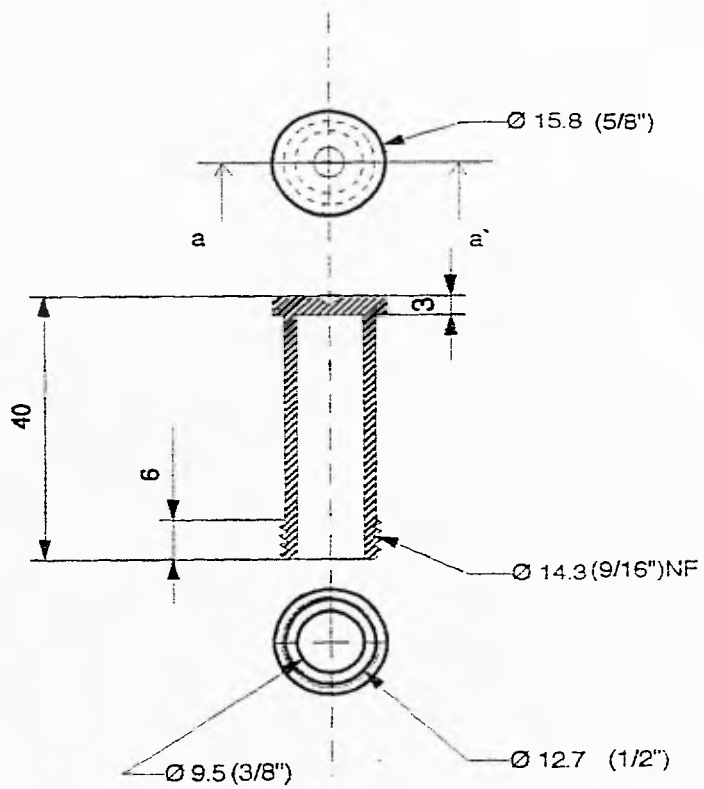
Pieza	Barra Superior	#	116	Material	Aluminio	escala	2:1
Proceso	corte-barrenado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	20/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM							




Pieza	Eje Tubular del Piston	#	117	Materia	Aluminio	escala	1:1
Proceso	Torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	colas en mm	21/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM							

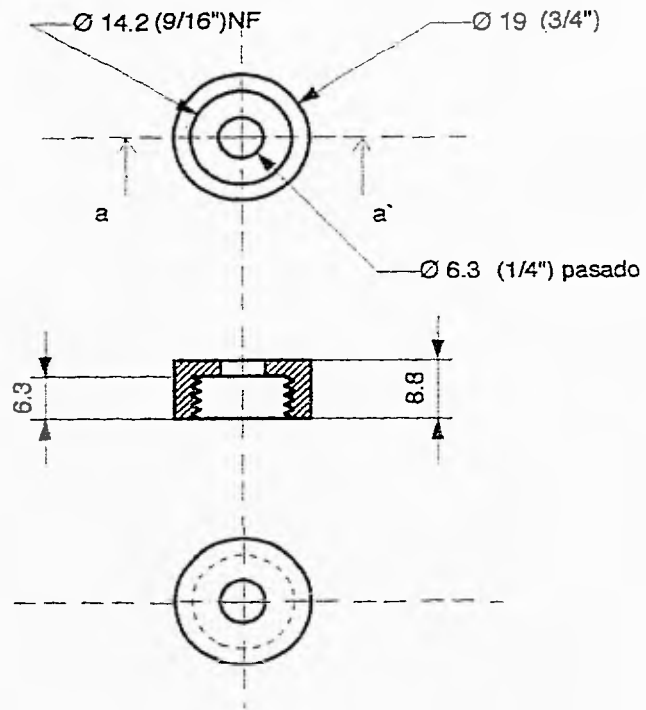



Pieza	Tapa Superior	#	119	Material	Aluminio	escala	1:1
Proceso	Torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	23/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM							

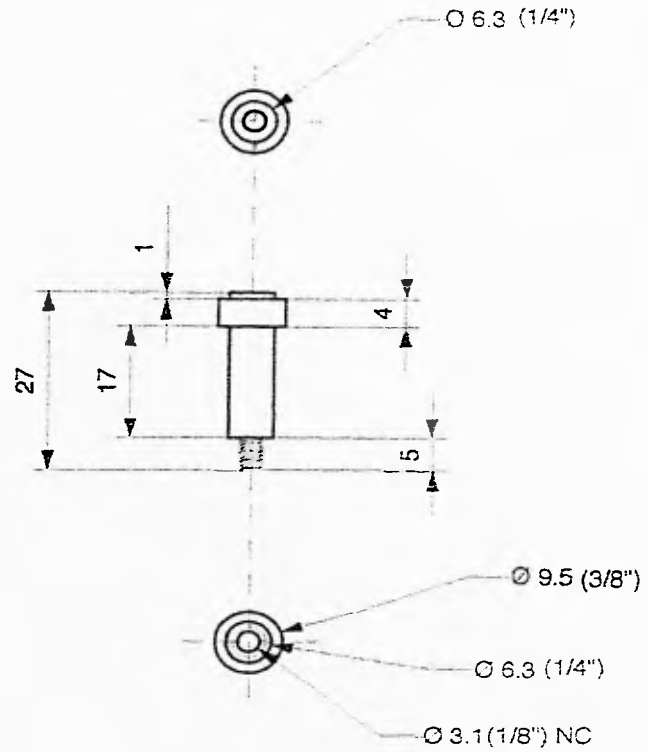


Pieza	Camisa	#	120	Material	Aluminio	escala	1:1
Proceso	Torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	24/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM							

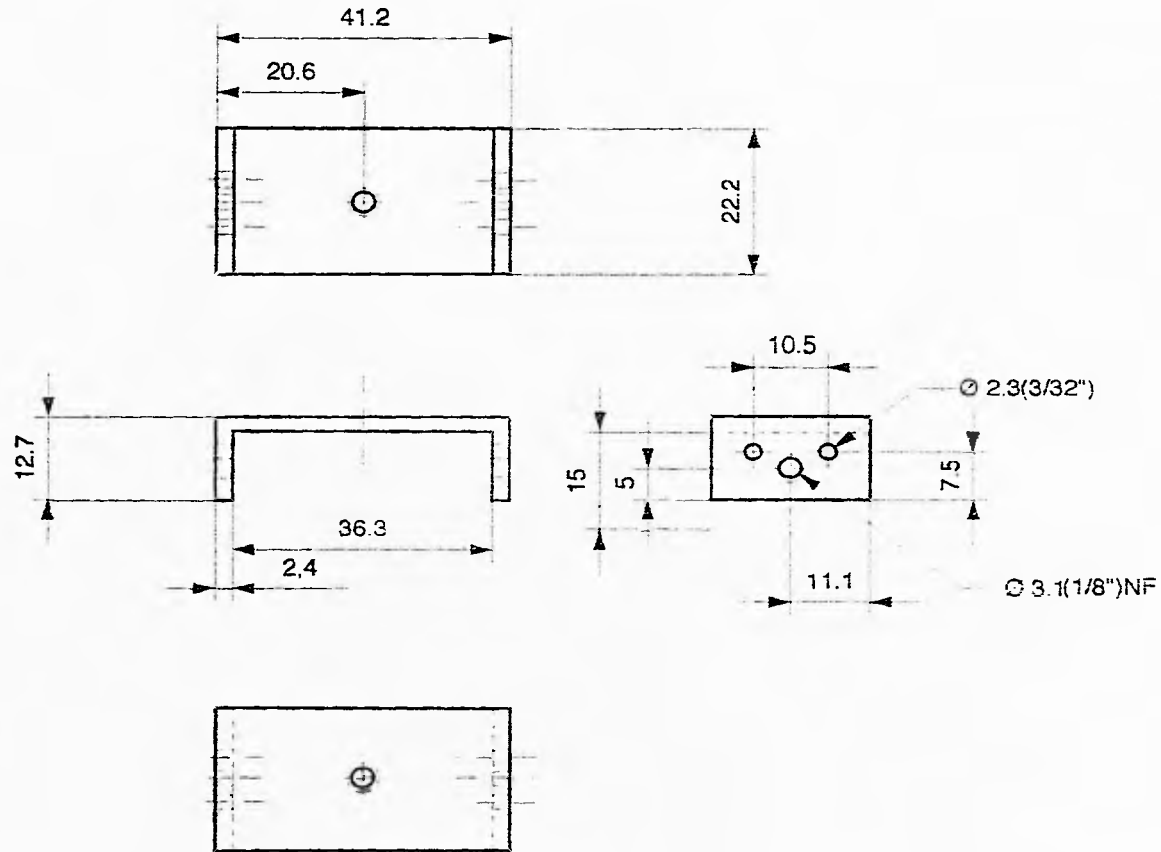




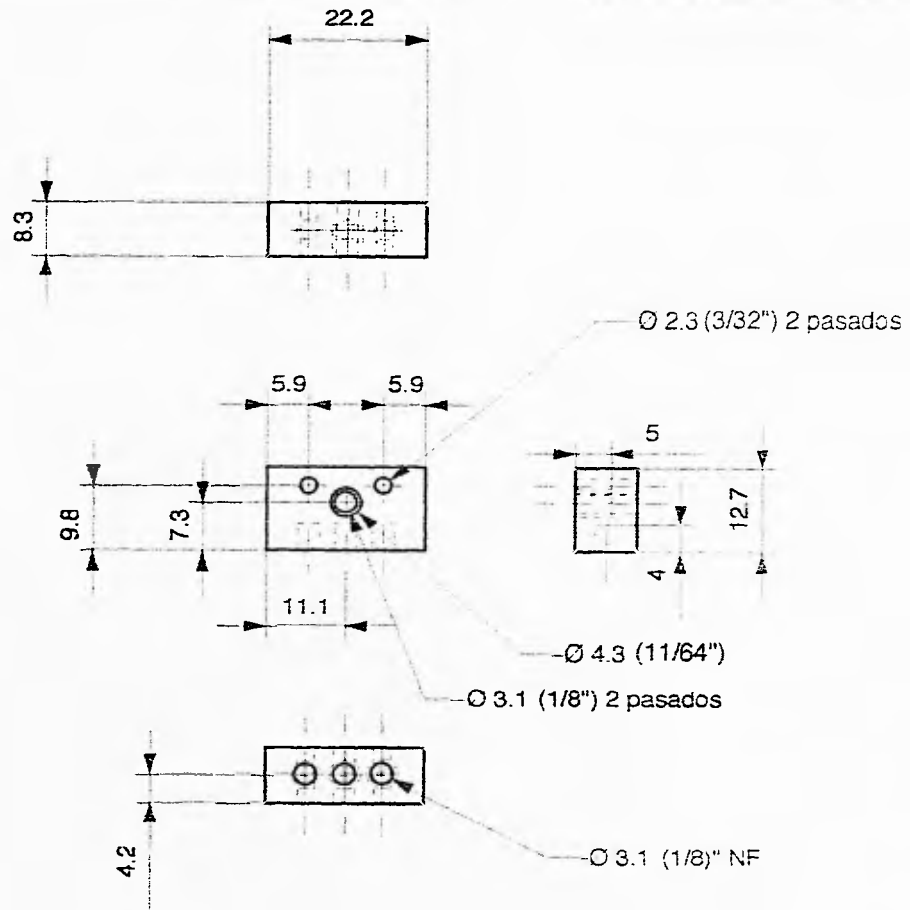
Pieza	Tapa de la Camisa	#	121	Material	Aluminio	escala	1:1
Proceso	Torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	25/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM							



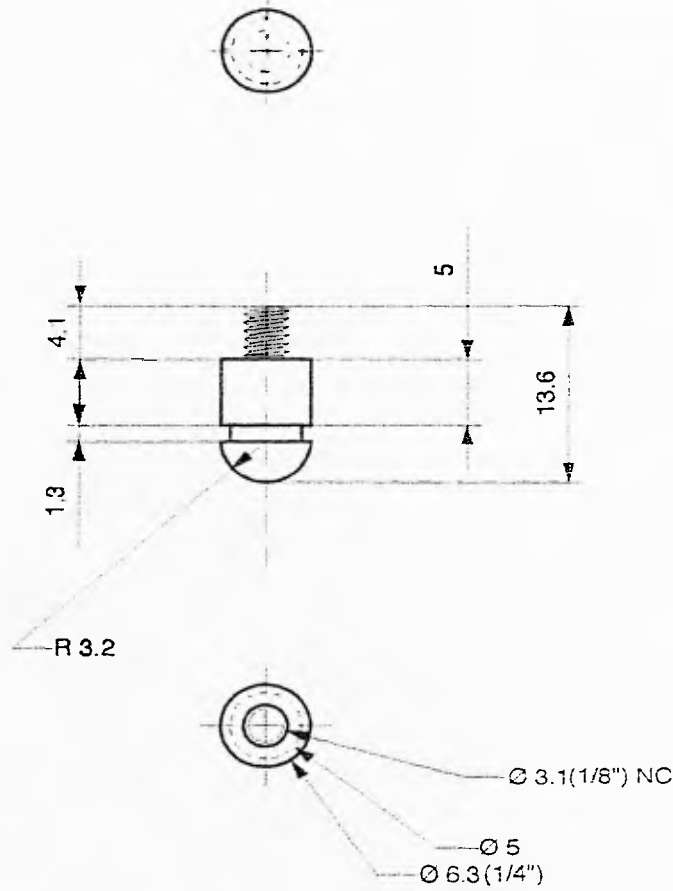
Pieza	Piston de la Interfaz	#	122	Material	Aluminio	escala	1:1
Proceso	Torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	colas en mm	26/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM							



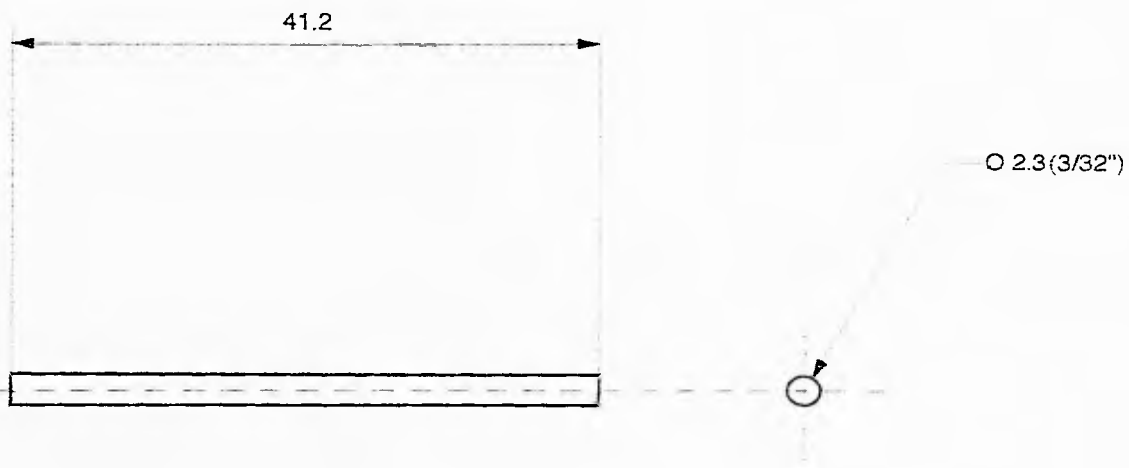
Pieza	Estructura de la Interfaz	#	123	Material	Aluminio	escala	1:1
Proceso	Corte	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	coias en mm	27/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM							



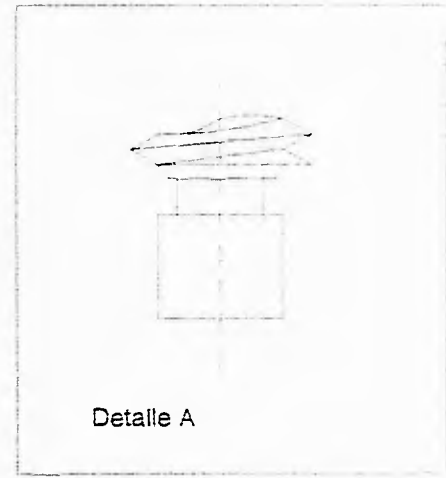
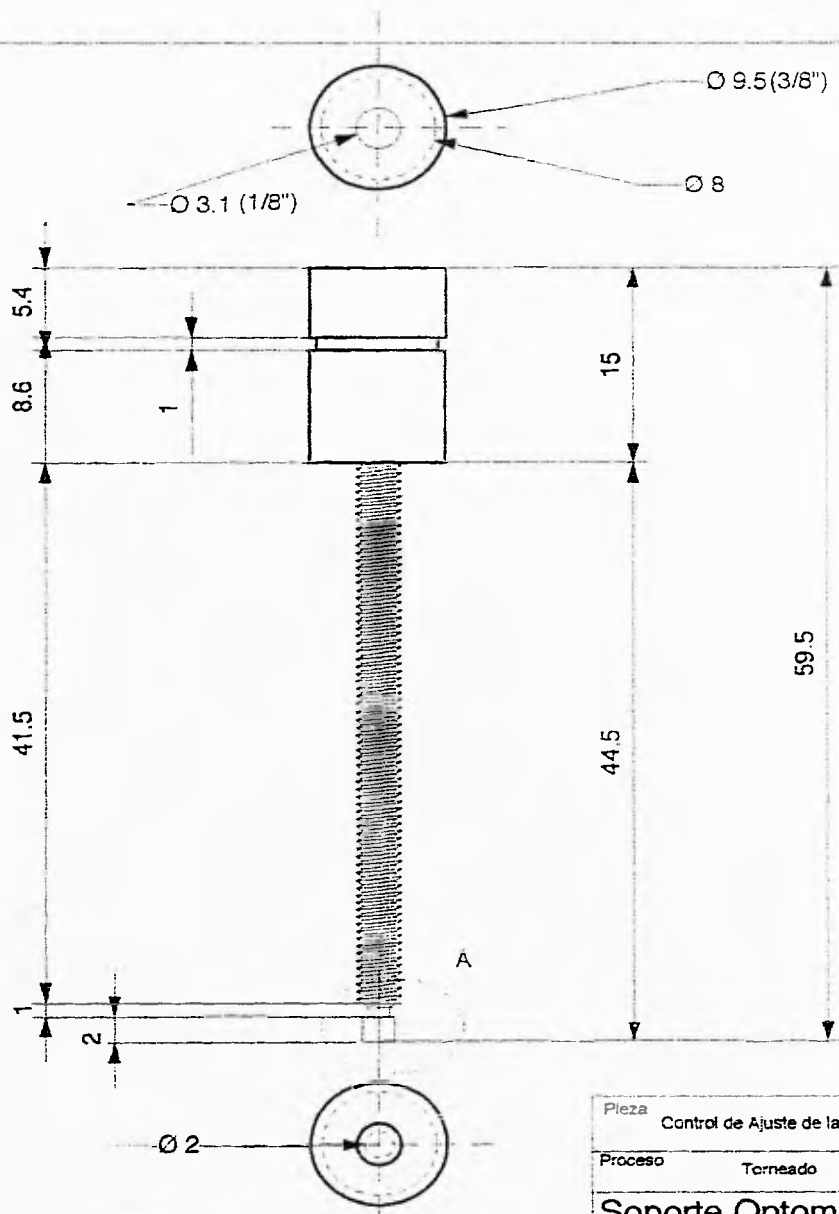
Pieza	Base de la Interfaz	#	124	Materia:	Aluminio	escala	1:1
Proceso	corte-maquinado-barronado-cepillado	Diseño y Dibujo	Gastón González H.	colas en mm	28/60		
<b>Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM</b>							



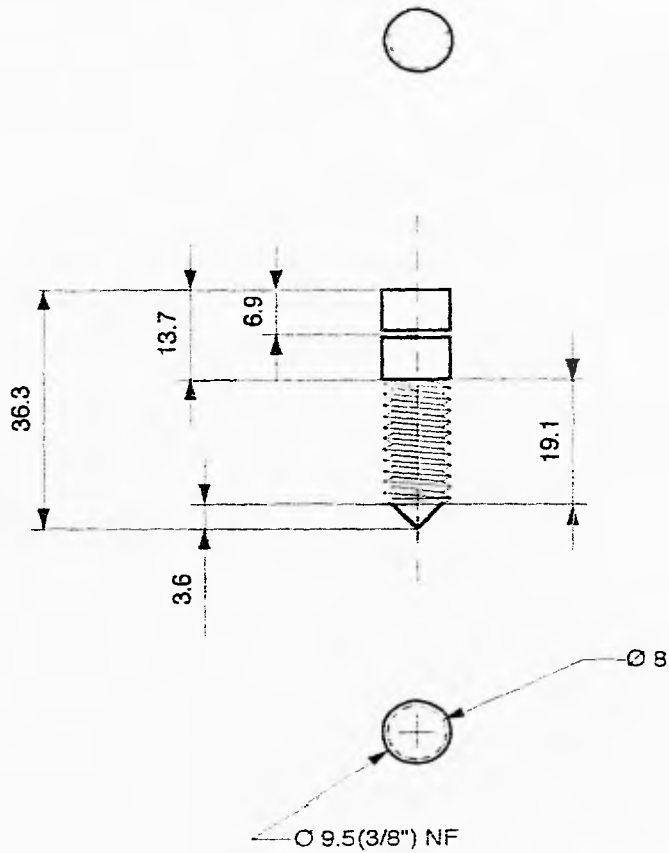
Pieza	interfaz	#	Material	escala
		125	Aluminio	2:1
Proceso	corte-torneado	Diseño y Dibujo	cotas en	
		Gaston Gonzalez H.	mm	29/60
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM				



Pieza	Carril Eje de la Interfaz	#	302	Material	Acero	escala	2:1
Proceso	Corte	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	30/60		
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM							

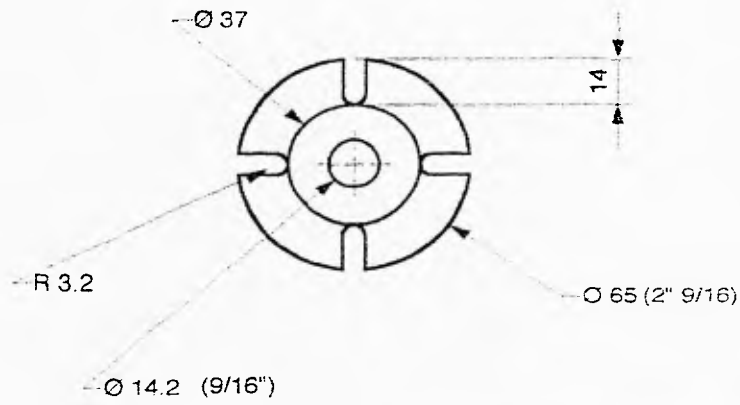
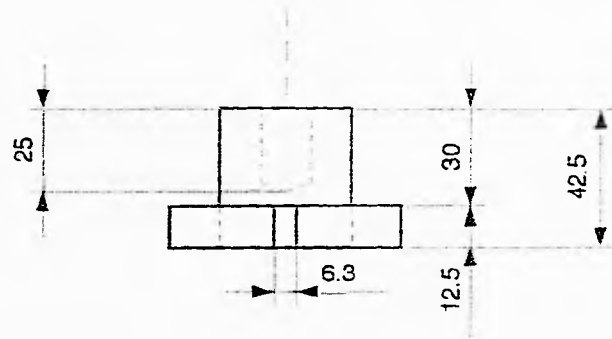


Pieza	Control de Ajuste de la Interfaz	#	402	Material	Bronce	escala	2:1
Proceso	Torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	31/60		
<b>Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM</b>							

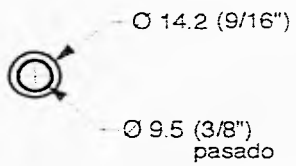
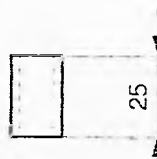


Pieza	Control de Acercamiento de la Interfas	#	126	Material	Aluminio	escala	1:1
Proceso	tomeado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	32/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM							

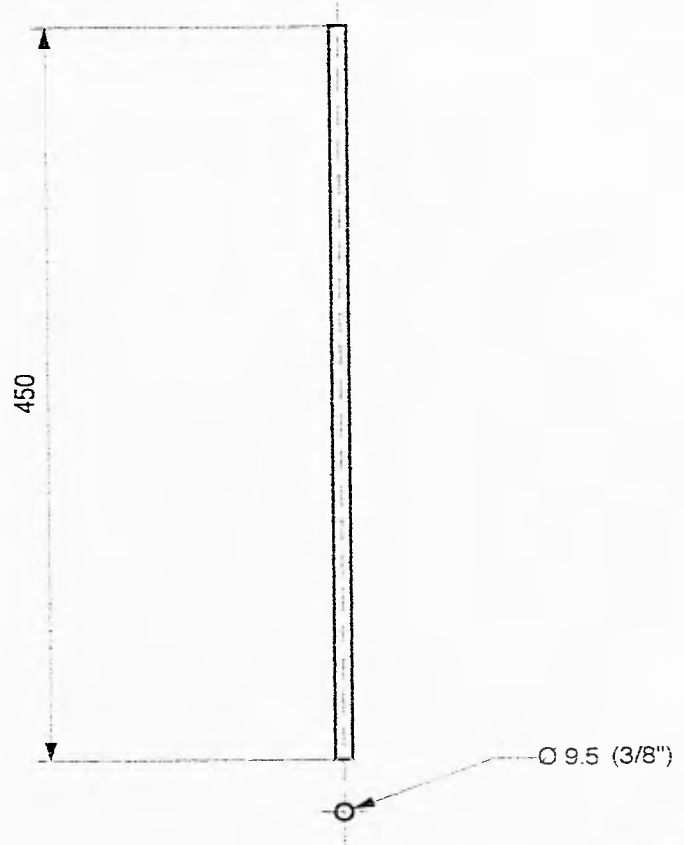




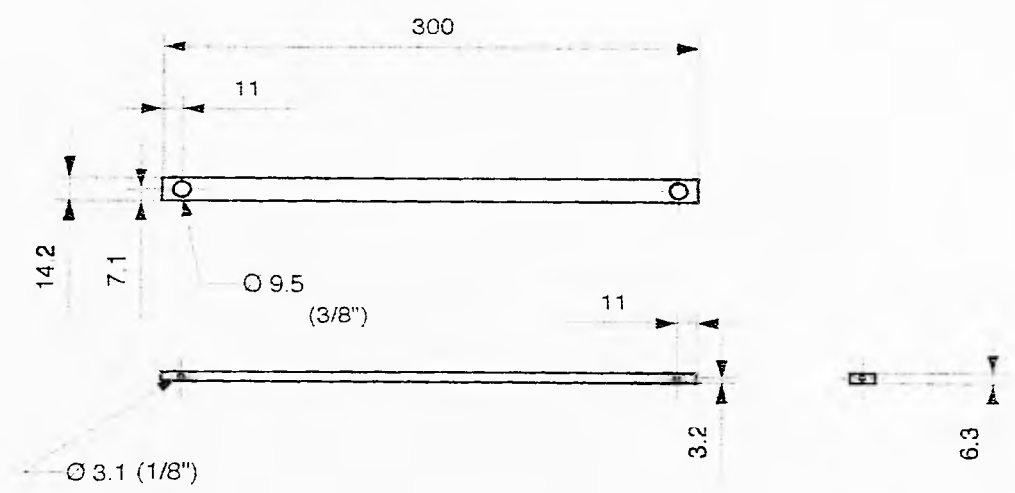
Pieza	Base	#	127	Material	Aluminio	escala	1:2
Proceso	Corte-torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en	mm	33/60	
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM							



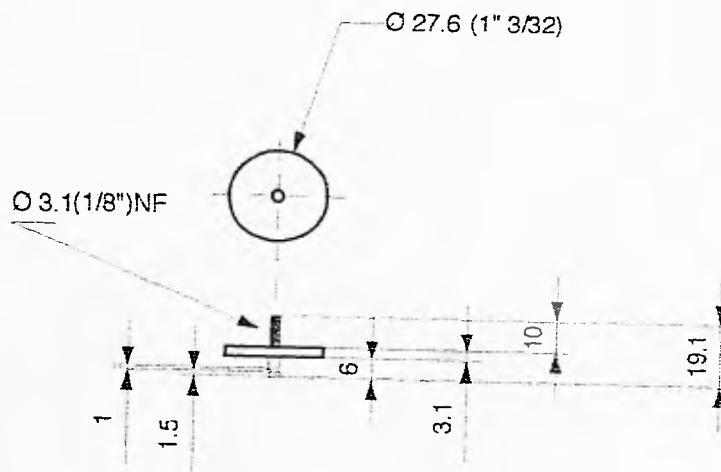
Pieza	Buje de la Base	#	203	Material	Nylon	escala	1:2
Proceso	Torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	34/50		
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM							



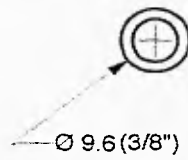
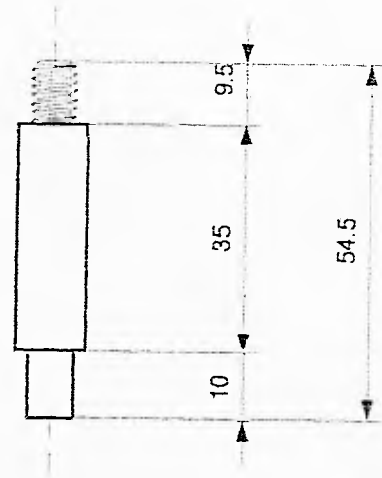
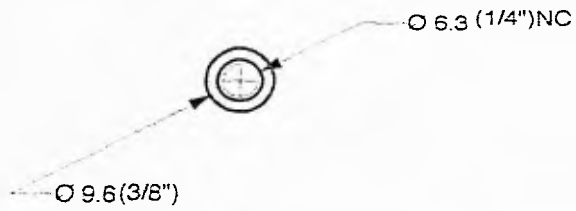
Pieza	Barra Poste	#	Material	escala
		502	Acero Inox.	1:4
Proceso	Corte	Diseño y Dibujo	cotas en	
		Gaston Gonzalez H.	mm	35/60
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM				



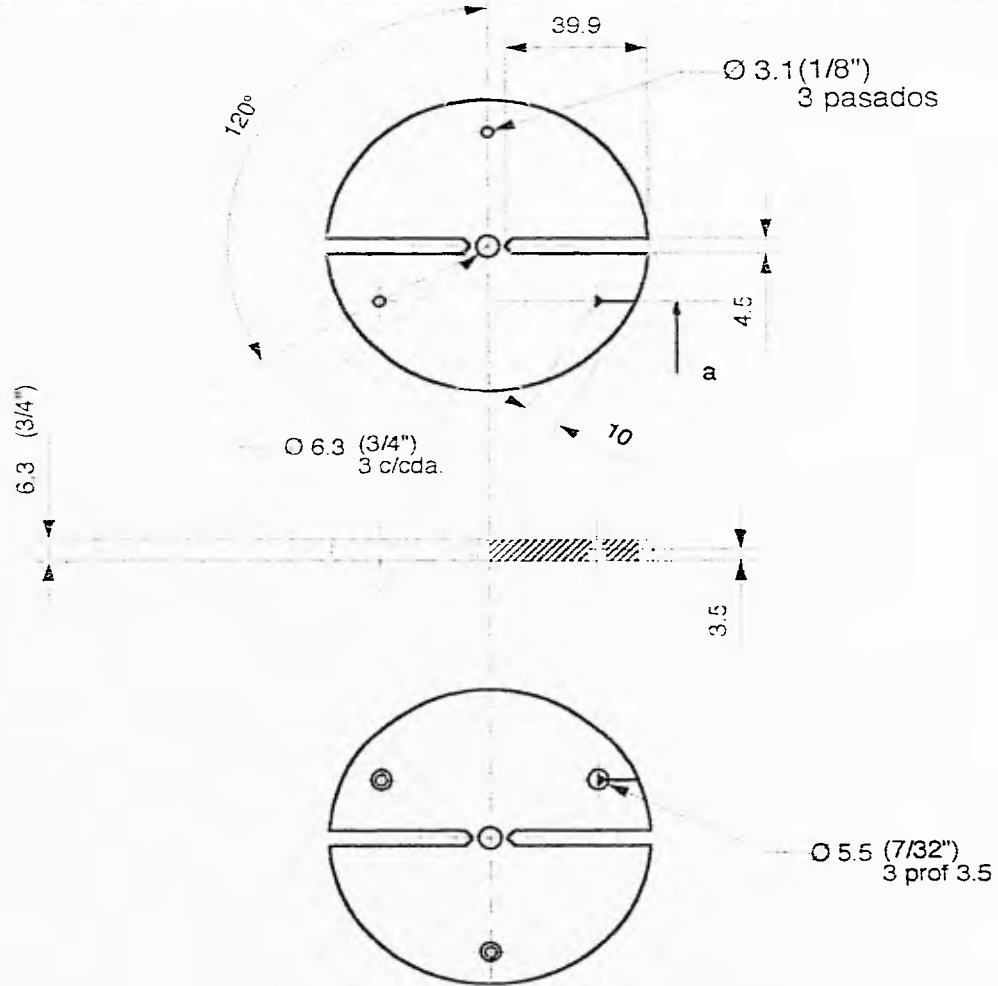
Pieza	Puente	#	128	Material	Aluminio	escala	1:4
Proceso	corta-barrenado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	36/60		
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM							



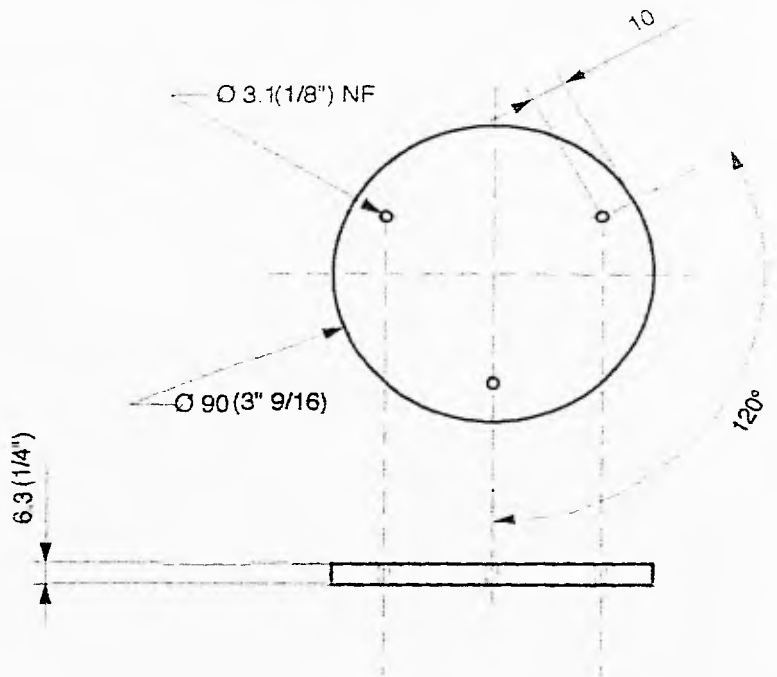
Pieza	Tornillo de Ajuste para Inclinar la Mesa	#	129	Material	Aluminio	escala	1:1
Proceso	torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H	colas en mm	37/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM							



Pieza	Eje de giro de la Mesa	#	130	Material	Aluminio	escala	2:1
Proceso	torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	38/60		
<b>Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM</b>							

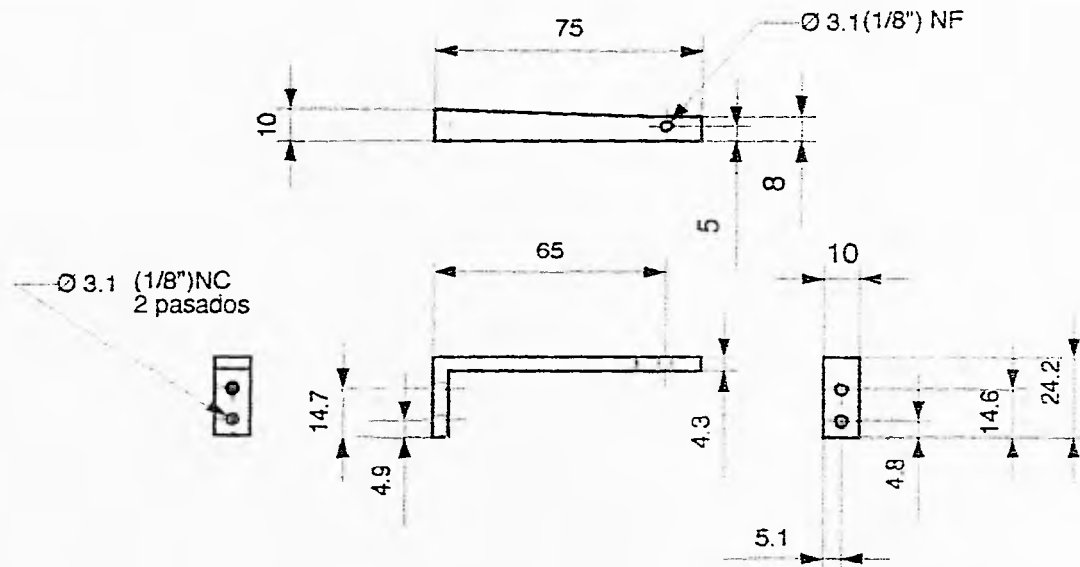


Pieza	Plataforma Fija	#	131	Material	Aluminio	escala	2'
Proceso	torneado-maquinado-barronado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	39/60		
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM							

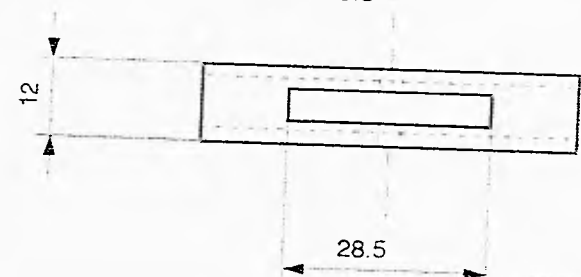
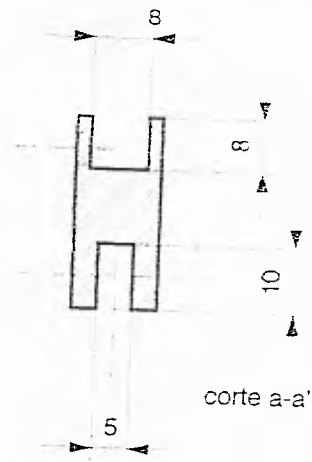
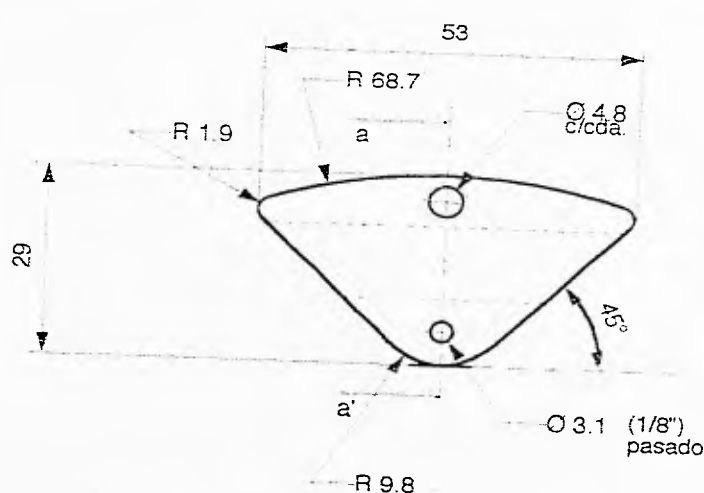
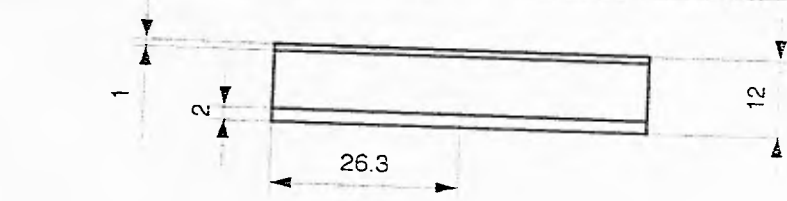


Pieza	Plataforma Móvil	#	132	Material	Aluminio	escala	1:2
Proceso	corte-torneado-barronado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H	cotas en mm	40/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM							



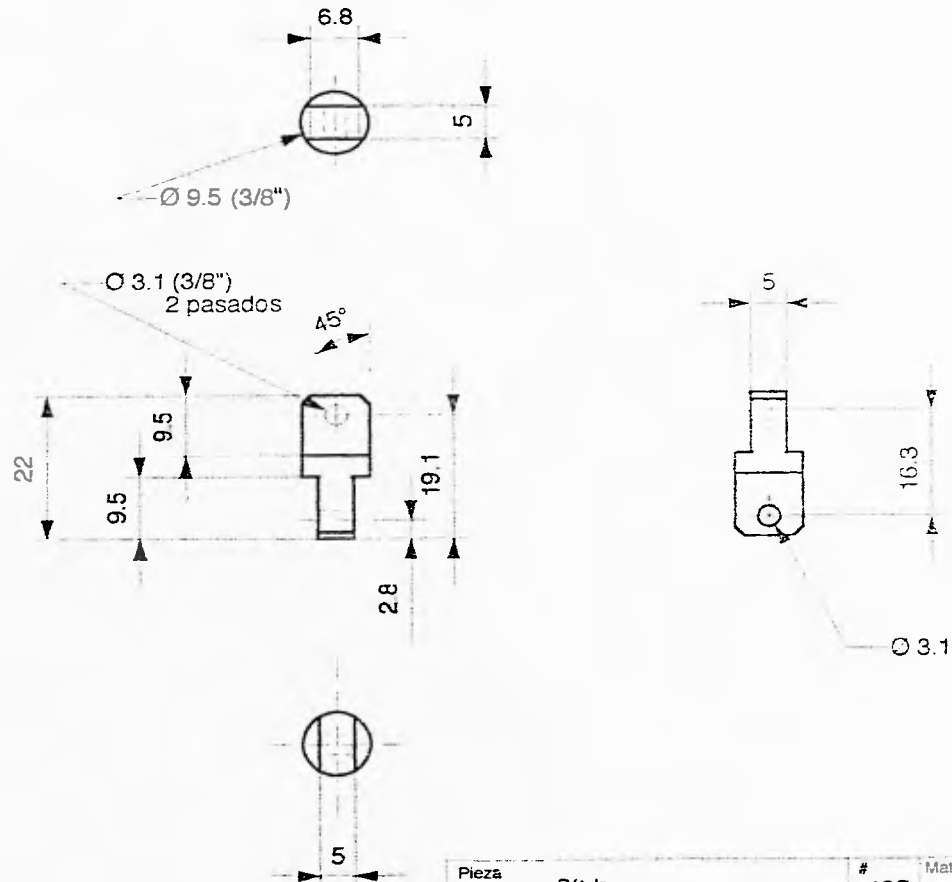


Pieza	Perfil para girar la Mesa	#	133	Material	Aluminio	escala	1:2
Proceso	corte-barrenado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H	cotas en mm	41/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI .UNAM							



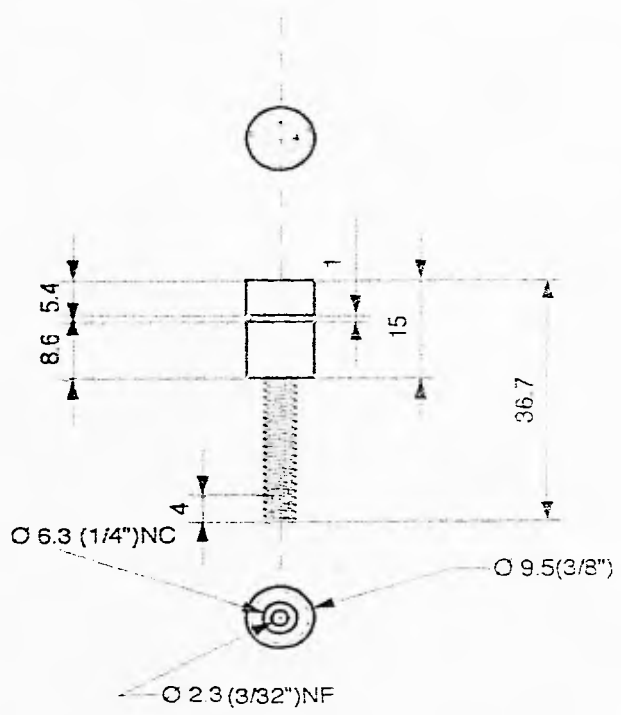
Pieza	Cuerpo del Portafiltros	# 134	Materia	Aluminio	escala
Proceso	corte-maquinado	Diseño y Dibujo	cotas en		42/60
		Gaston Gonzalez H.	rsm		

Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM

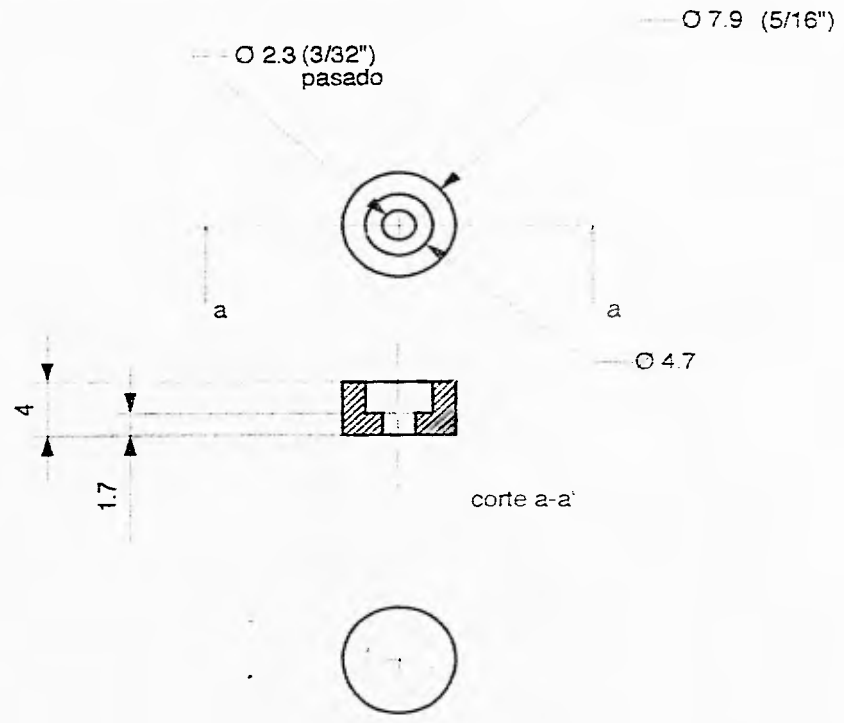


Pieza	Rótula	#	Material	escala
		135	Aluminio	1:1
Proceso	Maquinado	Diseño y Dibujo	cotas en	
		Gaston Gonzalez H.	mm	43/60

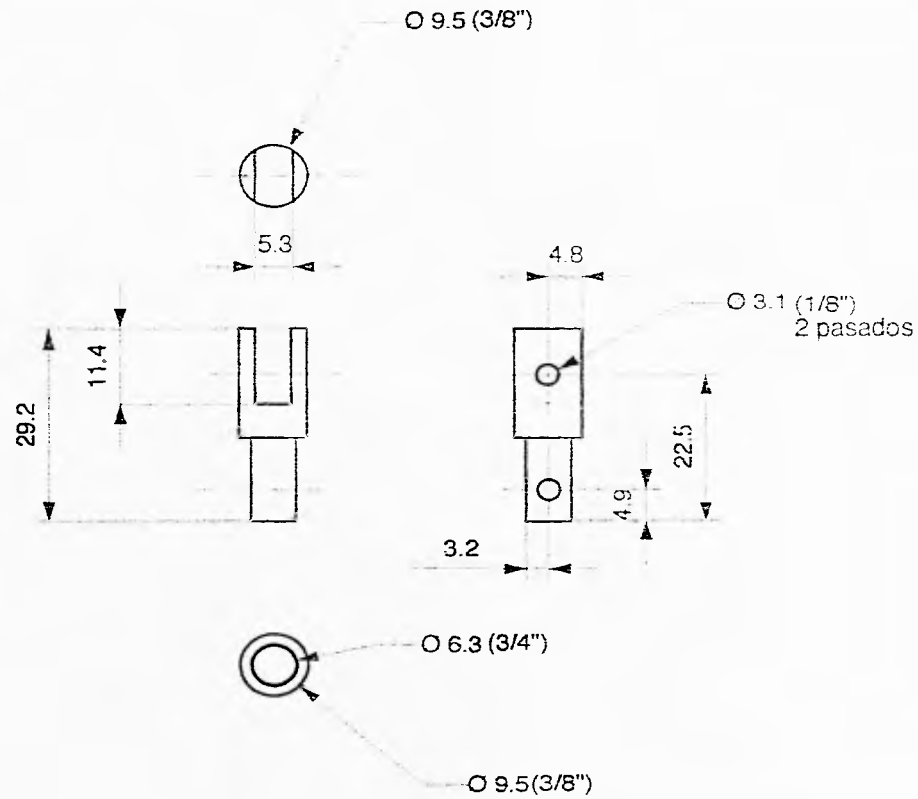
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM.



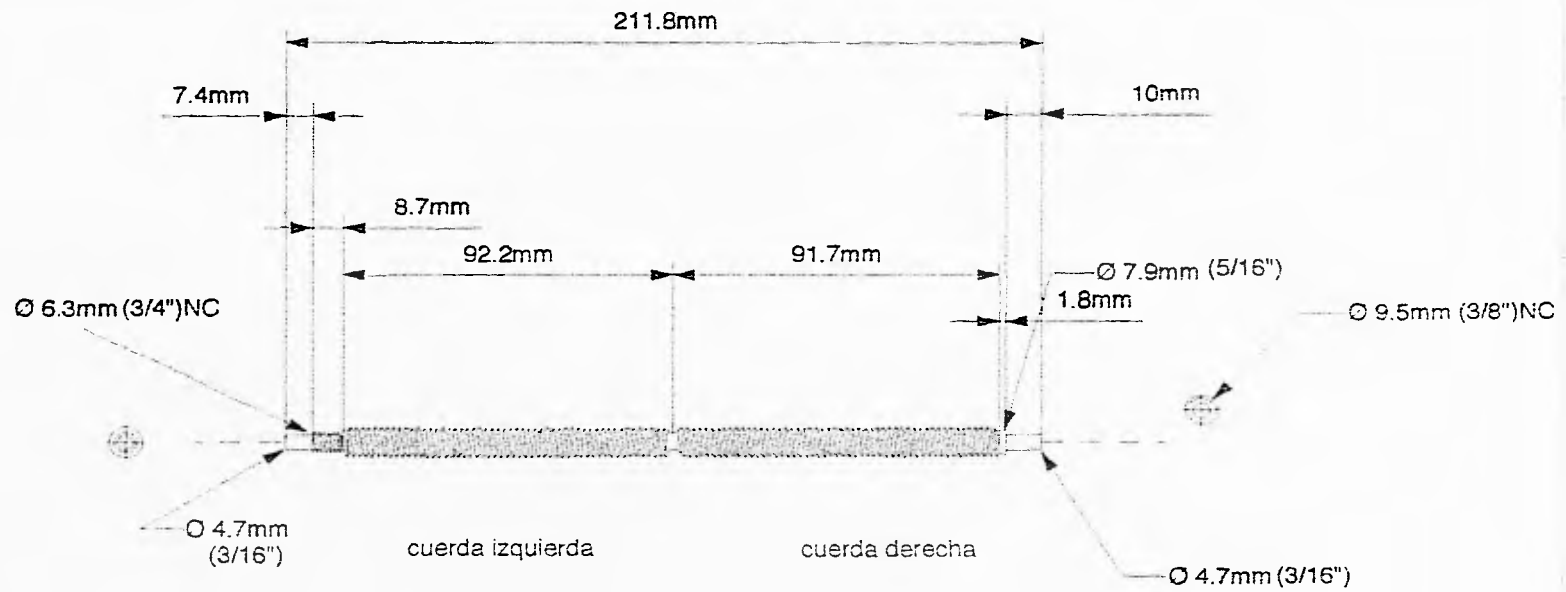
Pieza	Tornillo Opressor de la interfaz	#	403	Material	Bronce	escala	1:1
Proceso	torneado	Diseño y Dibujo	Gaslon Gonzalez H.	cotas en mm	44/60		
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM							



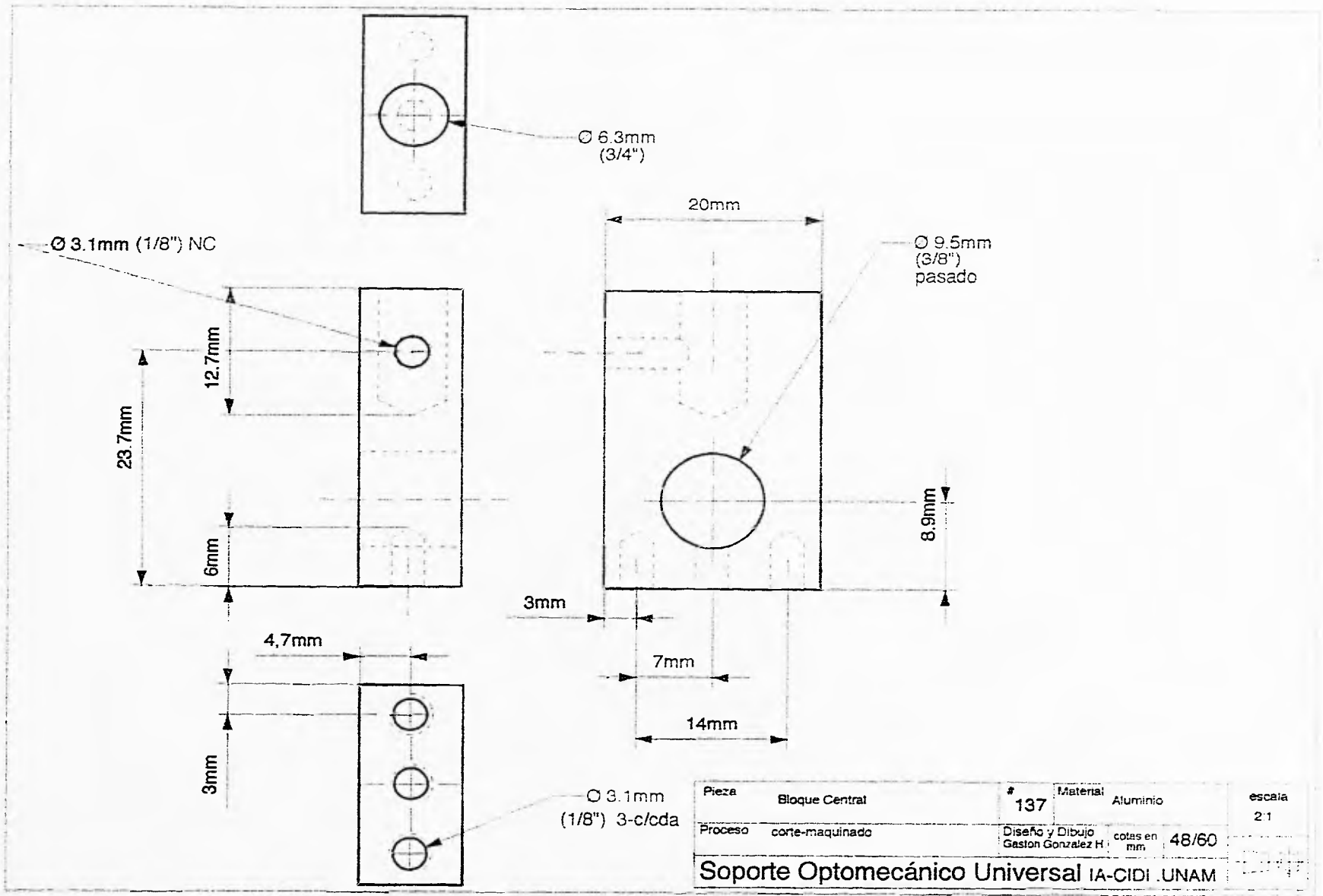
Pieza	Interfaz del Portaflitros	#	204	Material	Nylon	escala	2:1
Proceso	torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	colas en mm	45/60		
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM							



Pieza	Poste de Giro del Portafiltros	#	136	Material	Aluminio	escala	1:1
Proceso	torneado-maquinado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	culas en mm	46/60		
<b>Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM</b>							



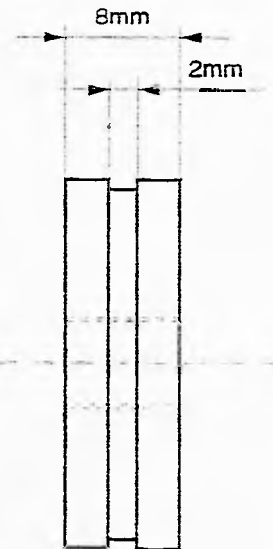
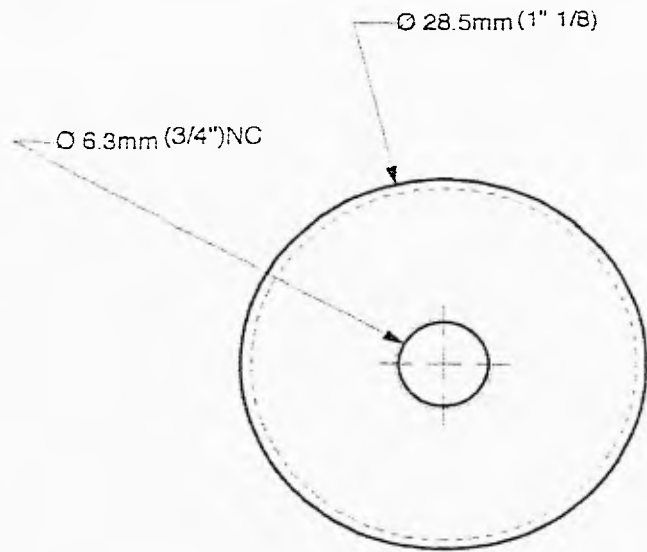
Pieza Tornillo sin fin con cuerda izquierda y derecha	# 303	Material Acero	escala 1:2
Proceso Torneado	Diseño y Dibujo Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	47/60
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM			



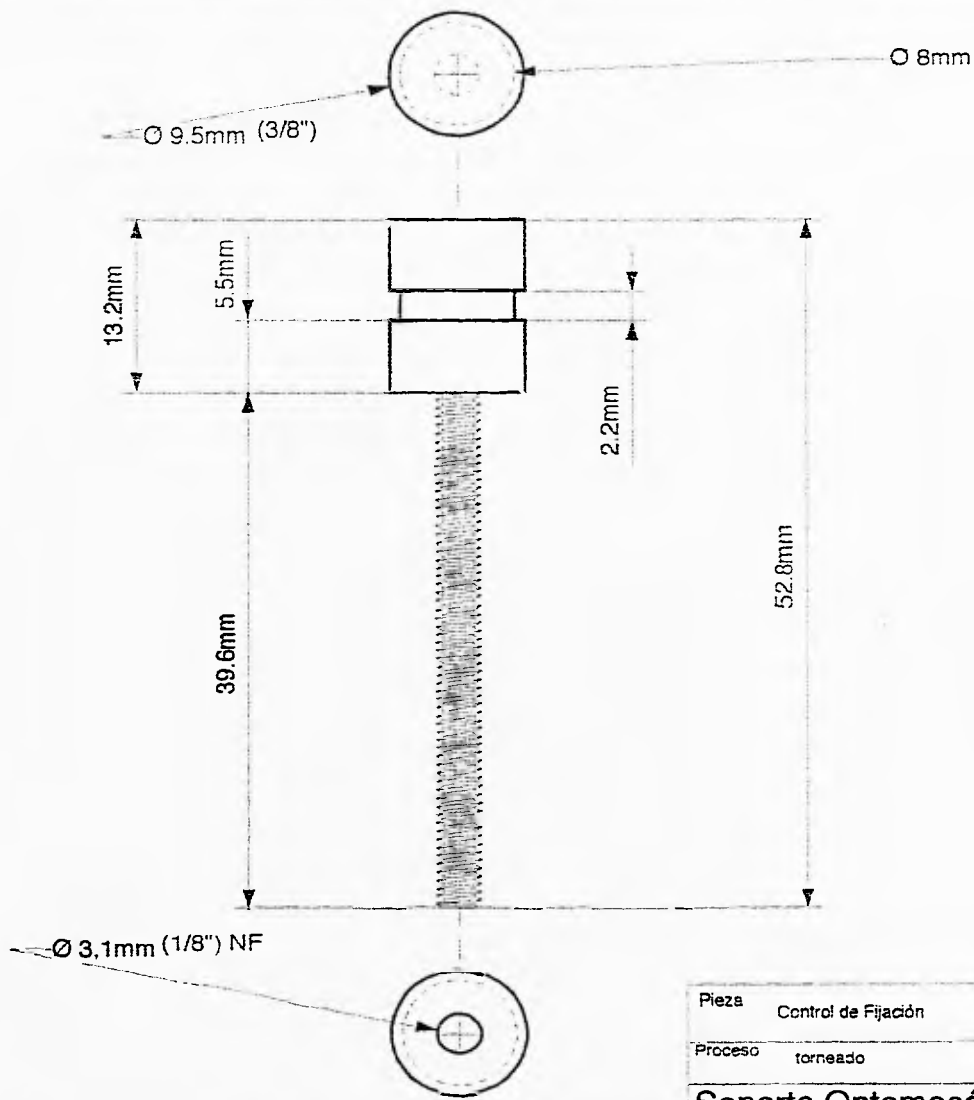
Pieza	Bloque Central	#	137	Materia	Aluminio	escala	2:1
Proceso	corte-maquinado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	48/60		

Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM

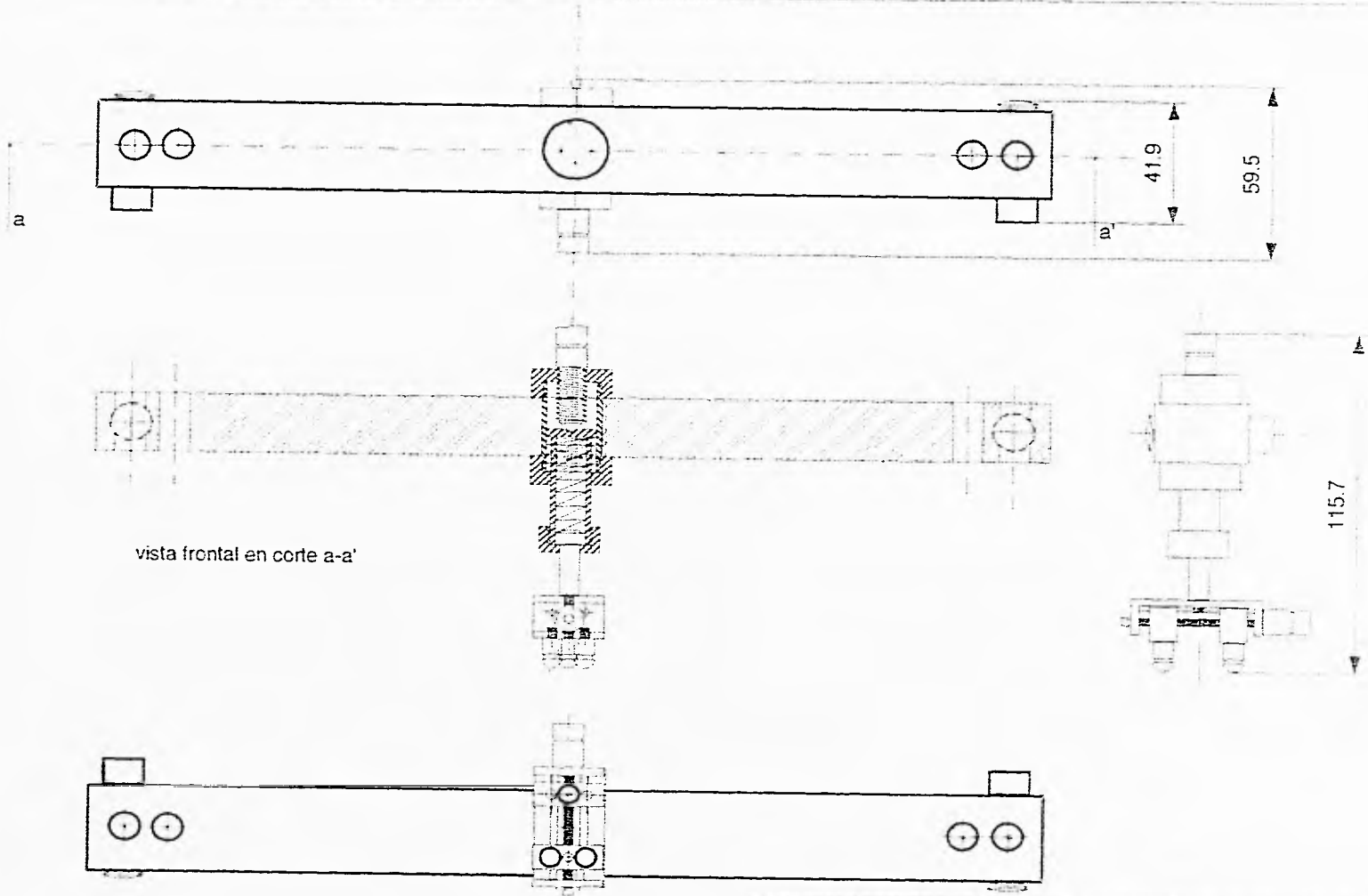




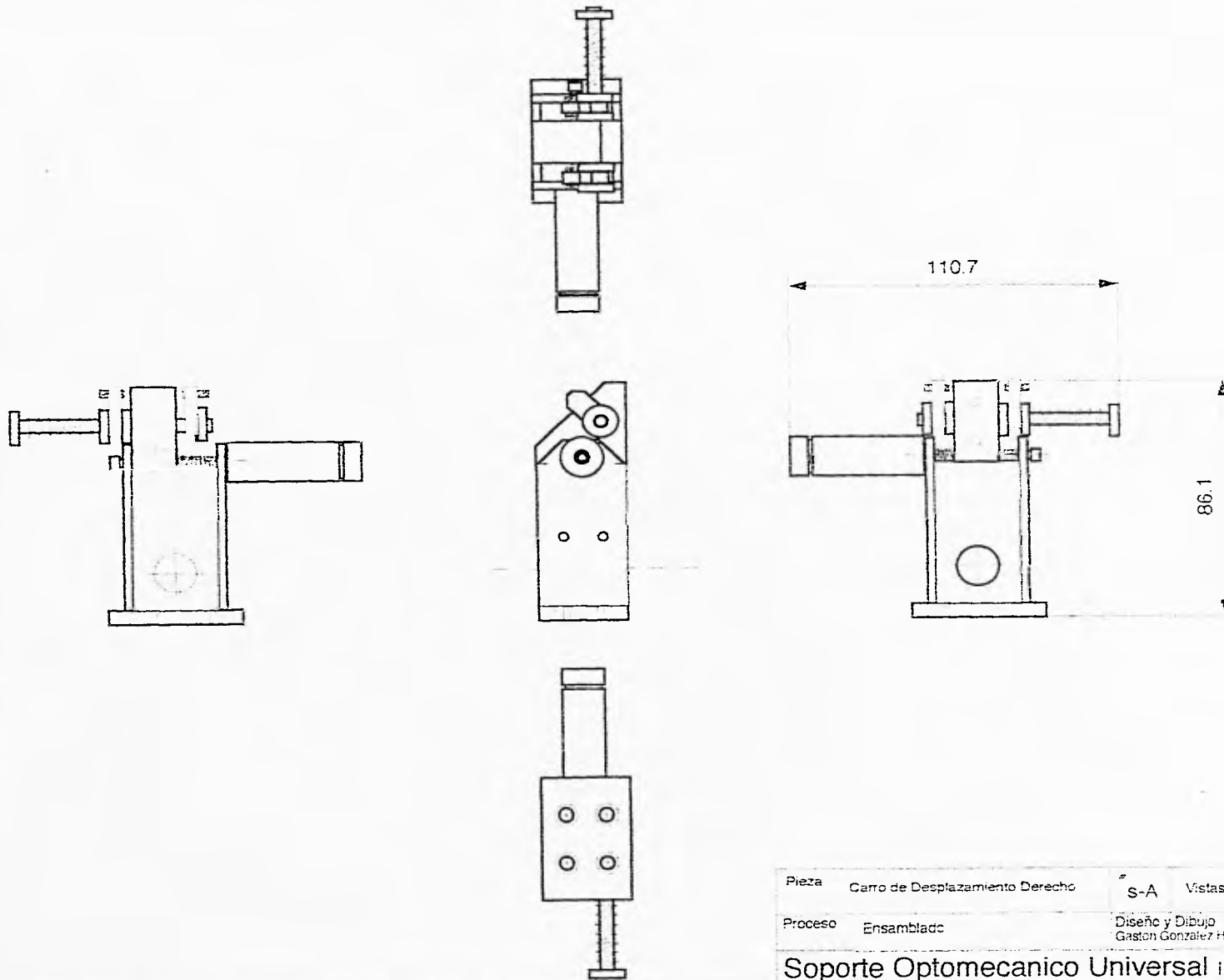
Pieza	Perilla de Giro	#	138	Materia	Aluminio	escala	2:1
Proceso	Torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	49/60		
<b>Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM</b>							



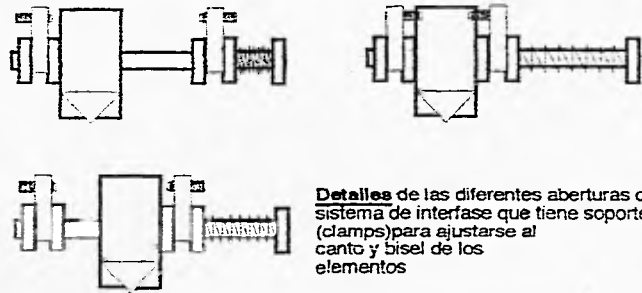
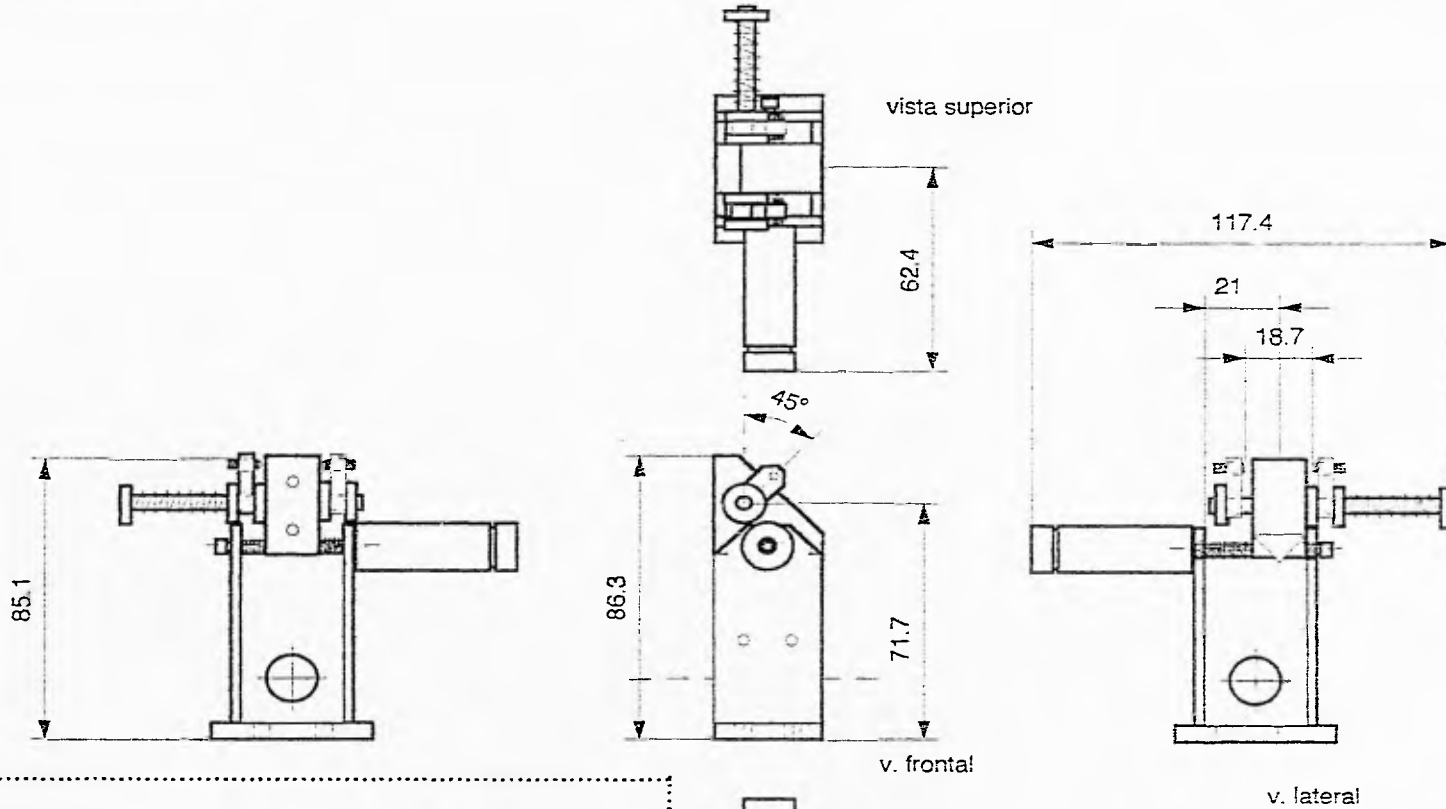
Pieza	Control de Fijación	#	404	Material	Bronce	escala	2:1
Proceso	torneado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotes en mm	50/60		
<b>Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM</b>							



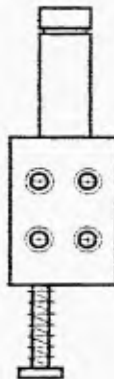
Pieza	Plataforma Superior Armada	#	s-B1	Vistas Generales	escala	1:2
Proceso	Ensamblado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.		cotas en mm	51/60
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM						



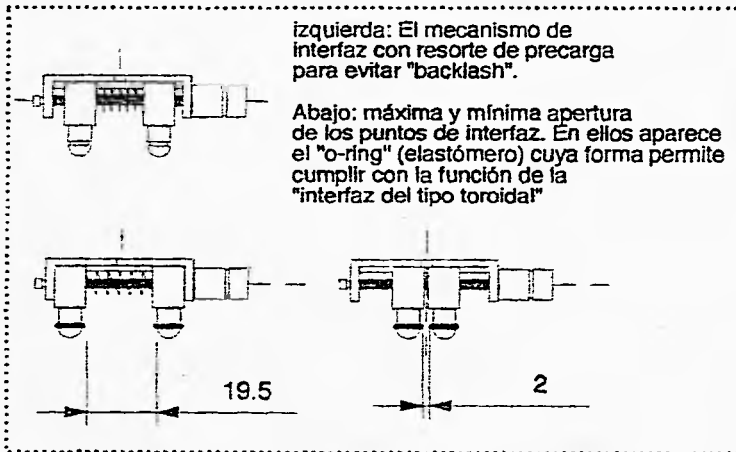
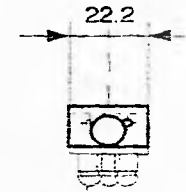
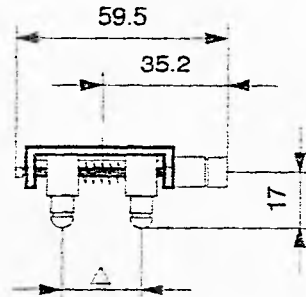
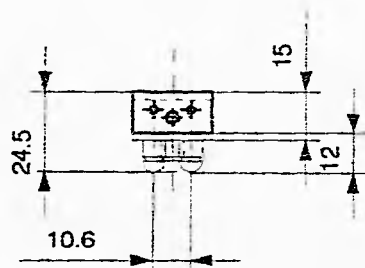
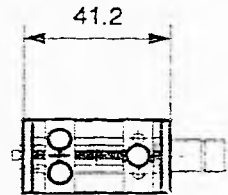
Pieza	Carro de Desplazamiento Derecho	S-A	Vistas Generales	escala
Proceso	Ensamblado	Diseño y Dibujo Gaston Gonzalez H.		vistas en mm 52/60
<b>Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM</b>				



**Detalles** de las diferentes aberturas del sistema de interfase que tiene soporte (clamps) para ajustarse al canto y bisel de los elementos



Pieza	Carró de Desplazamiento Izquierdo	#	S-A	Vistas Generales	escala	1:1
Proceso	Ensamblado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	53/60	
<b>Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM</b>						

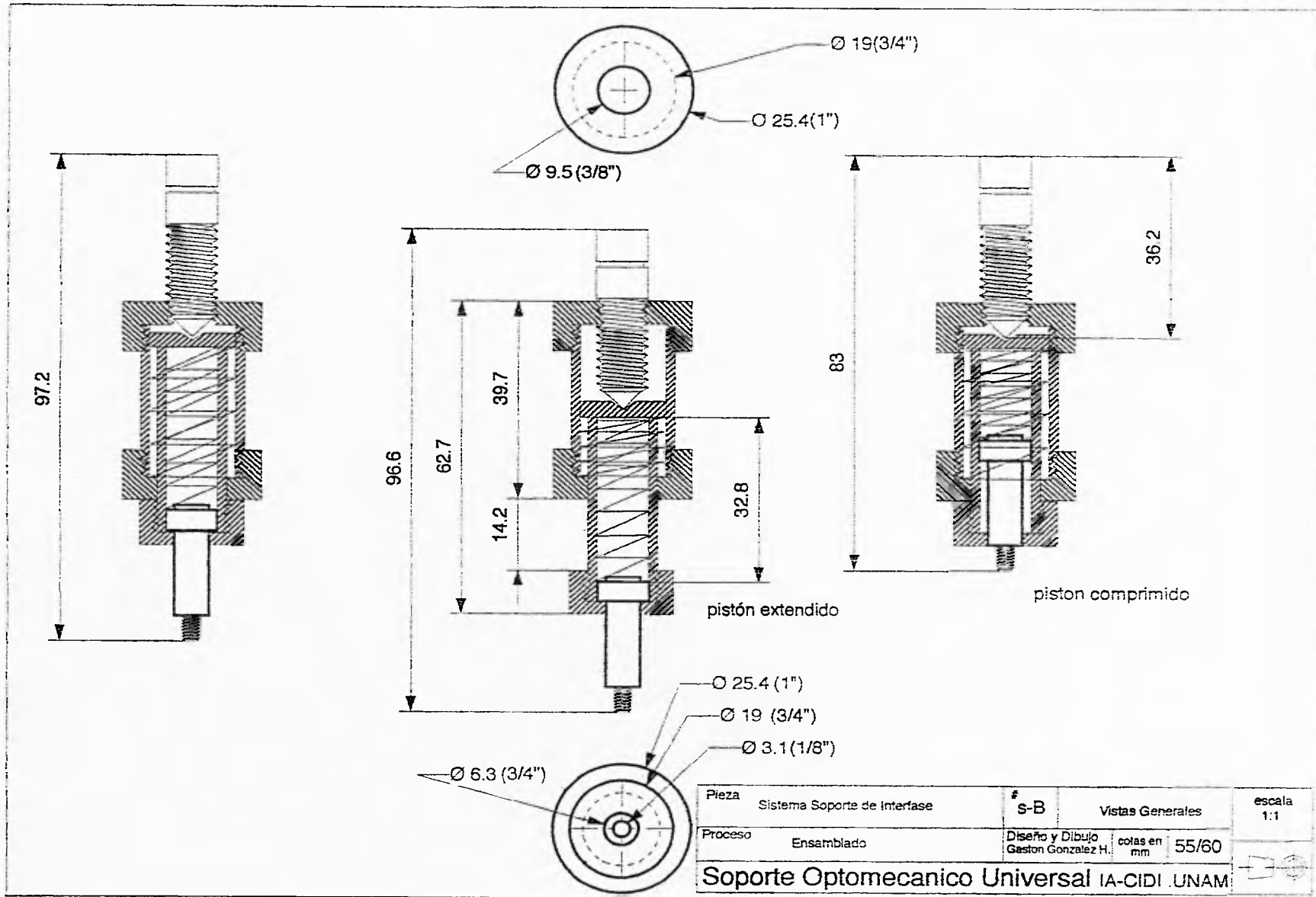


izquierda: El mecanismo de interfaz con resorte de precarga para evitar "backlash".

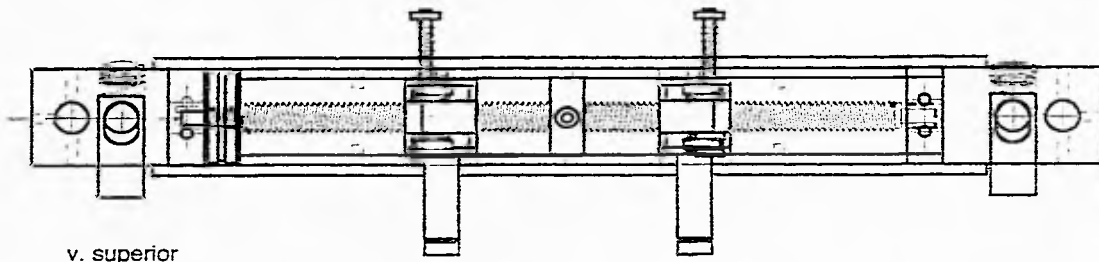
Abajo: máxima y mínima apertura de los puntos de interfaz. En ellos aparece el "o-ring" (elastómero) cuya forma permite cumplir con la función de la "interfaz del tipo toroidal"



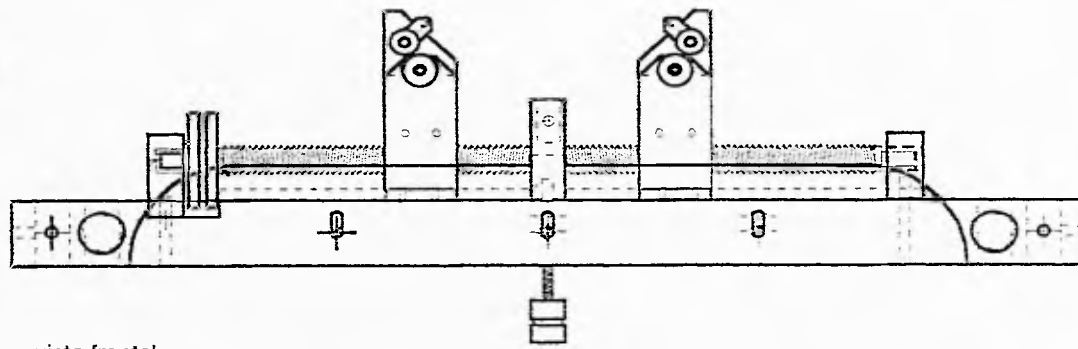
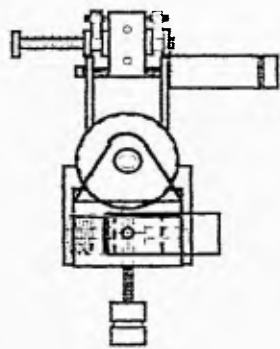
Pieza	Mecanismo de Interfaz Armado	#	s-BB	Vistas Generales	escala
Proceso	Ensamblado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H	cotas en mm	54/60
Soporte Optomecánico Universal IA-CIDI UNAM					



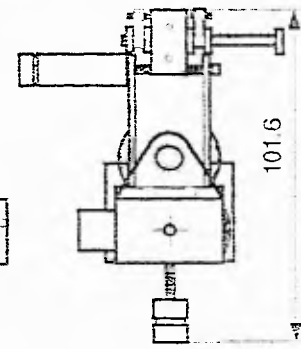
Pieza	Sistema Soporte de Interfase	#	S-B	Vistas Generales	escala	1:1
Proceso	Ensamblado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	55/60	
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM						



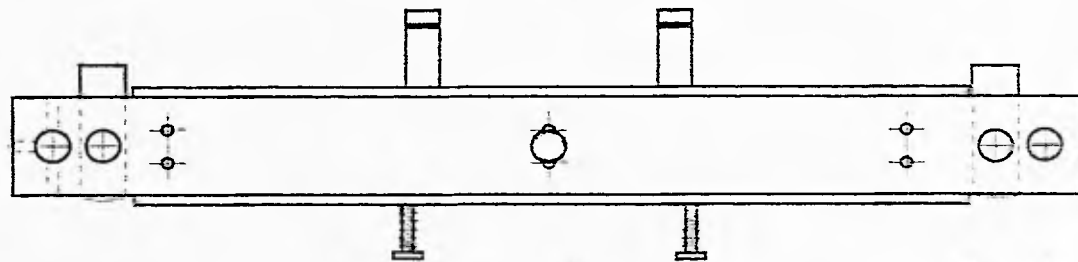
v. superior



vista frontal



v. lateral

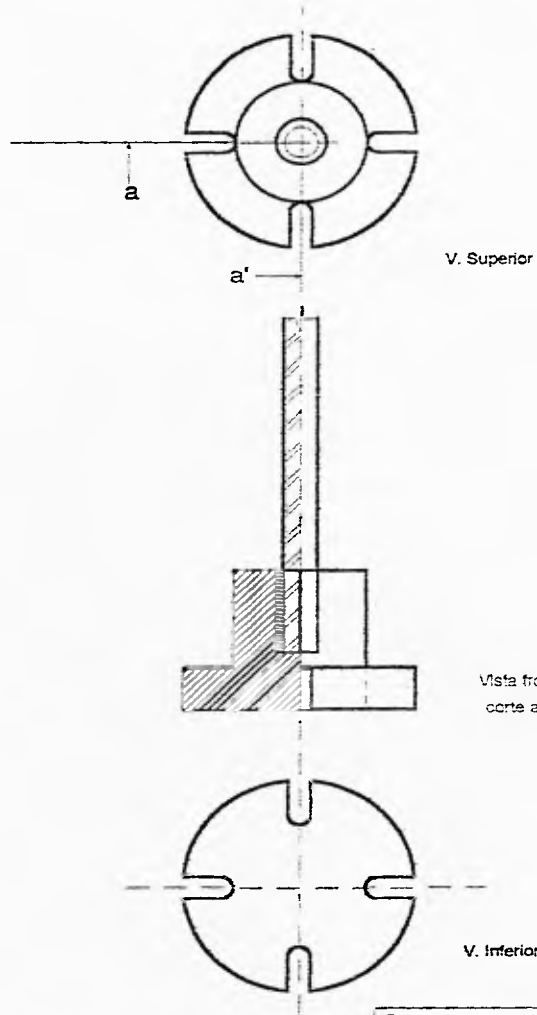


v. inferior

Pieza	Plataforma Inferior Armada	#	S-A1	Vistas Generales	escala
Proceso	Ensamblada	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	56/60

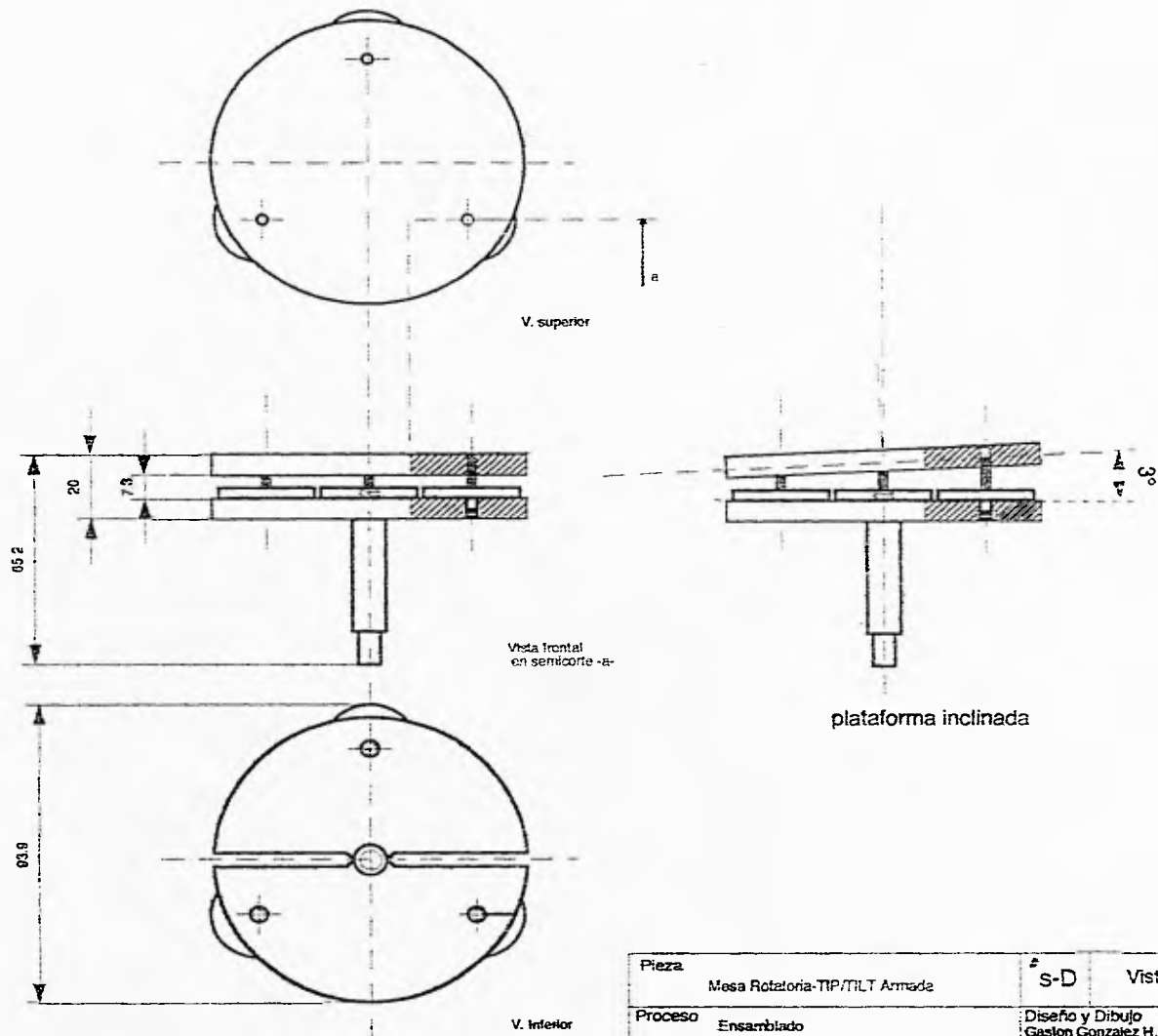
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM



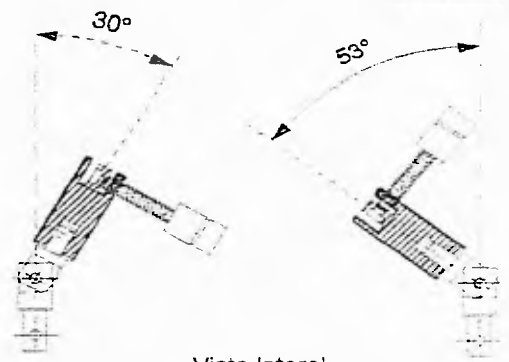
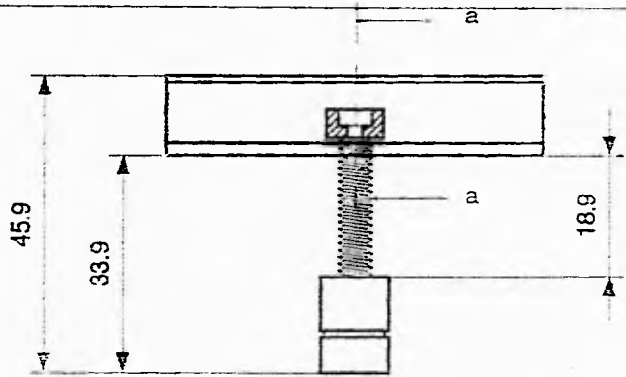


Pieza	Base Armada	#	S-X	Vistas Generales	escala
Proceso	Ensamblado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en mm	57/60
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM					1:2

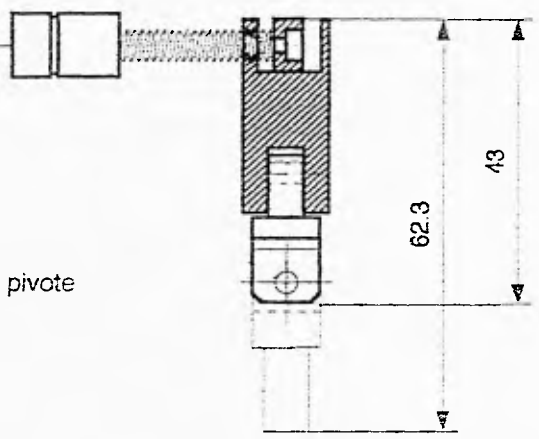
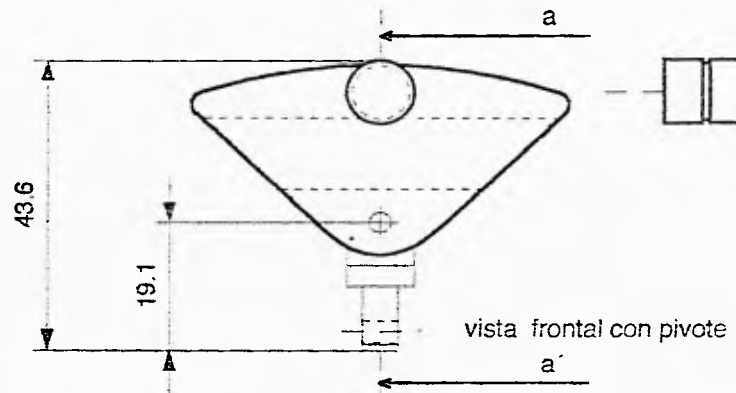
ESTE DISEÑO ES PROPIEDAD DE LA INSTITUCION



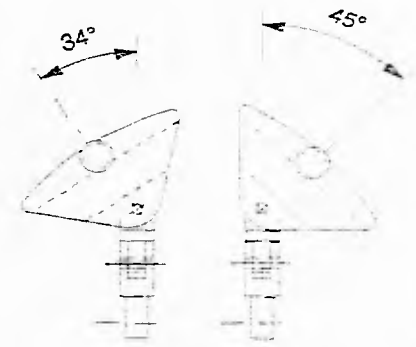
Pieza	Mesa Rotatoria-TIP/TILT Armada	# S-D	Vistas Generales	escala
Proceso	Ensamblado	Diseño y Dibujo Gaston Gonzalez H.	colas en mm	1:2
Soporte Optomecanico Universal			58/60	
				IA-CIDI .UNAM



Vista lateral

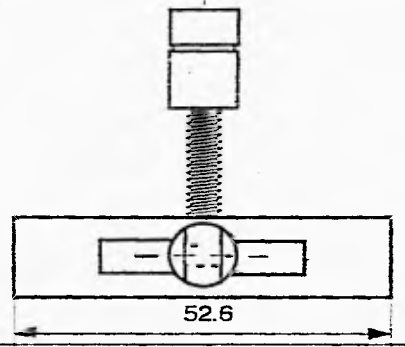


corte a-a' con pivote y poste.



Vista Frontal esc. 2:1

Diferentes posiciones del Portafiltros



Pieza	Portafiltros Armado	#	S-c	Material	Aluminio	escala	1:1
Proceso	ensamblado	Diseño y Dibujo	Gaston Gonzalez H.	cotas en	mm		
Soporte Optomecanico Universal IA-CIDI UNAM							

Para poder configurar un arreglo optomecánico para experimentación, se requieren de 3 a 12 componentes o dispositivos, que permitan cumplir con las cinco condiciones básicas de un soporte optomecánico.

Proyectar al Soporte Universal como un producto comercialmente competitivo es una ambición que rebasa los propósitos de esta tesis.

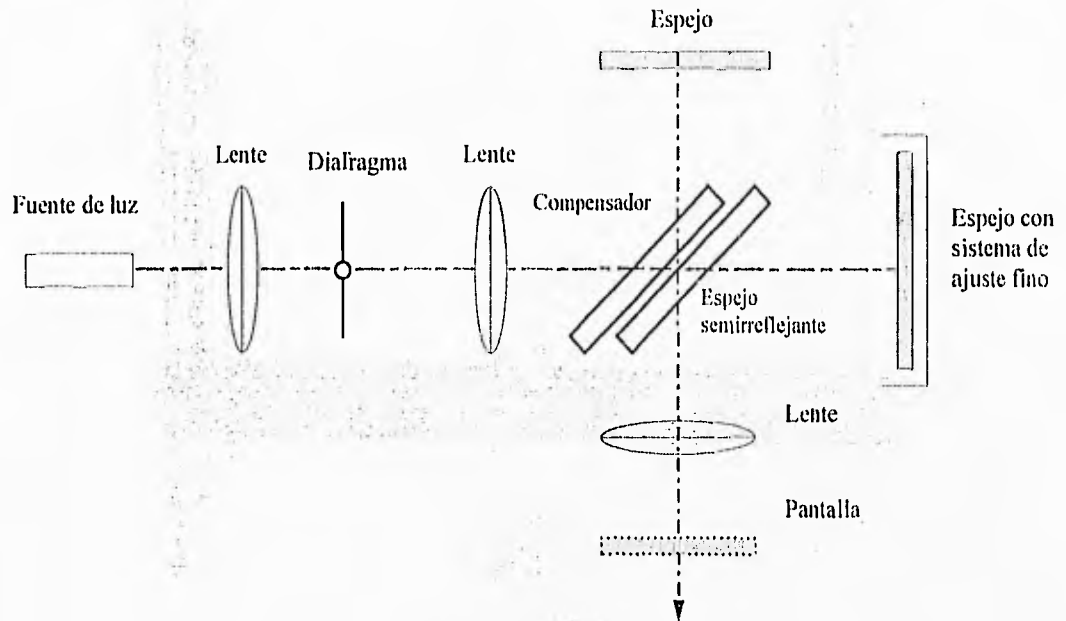
En México, se distribuyen los productos de óptica y optomecánica de cinco grandes compañías extranjeras; Edmund Scientific y Thorlabs por parte de Norteamérica, Ealing Co. del Reino Unido, Melles Griot de los países bajos y Spindler & Hoyer de Alemania. Los cuales tienen representantes comerciales en México. Aquí, la demanda es de algunos centros e institutos con fines de investigación científica. Entre quienes destacan por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto de Astronomía y el Instituto de Física, el Centro de Investigaciones en Óptica (CIO) de León Guanajuato y el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE) de Tonantzintla Puebla.

Algunos de estos institutos han aplicado sus conocimientos desarrollando instrumentación única mediante procesos de manufactura muy especializada; creando así, **instrumentos prototipo**, es decir, aquel diseño concebido únicamente para resolver con todas las partes que lo integran una función determinada, sin tomar en cuenta los "factores de costo" (Hornbrush, F. 1987) como el aspecto preponderante de su conceptualización. Estos factores son los **materiales** y los **procesos** para su transformación, el **costo por unidad de trabajo directo** como la productividad de los empleados o el **costo por unidad de trabajo indirecto** como los cargos en el mantenimiento de la maquinaria, y por la **elaboración de herramental especial** para su manufactura.

Ahora bien, esto no quiere decir que los instrumentos no puedan ser reproducidos con los procesos de transformación conocidos como de "serie", pues están proyectados bajo principios de la ingeniería y el diseño para mediana o inclusive alta producción, pero sus partes, por la especialización de su propósito, van siendo perfeccionadas bajo prueba y error.

En este capítulo trato de comprobar una de las premisas del proyecto: es posible fabricar este producto con el herramental y la infraestructura de un taller industrial local, y con ello sentar las bases para mejorar, simplificar o sustituir la forma y/o la función de este tipo de instrumentos. Este soporte se puede reproducir para satisfacer las necesidades del laboratorio y ser transferido a otros centros y laboratorios de óptica.

Para poder hacer una aproximación del costo del soporte en relación a los accesorios optomecánicos comerciales usados en la mesa óptica se eligió la siguiente prueba:



**Esquema de un Interferómetro de Michelson**

A) Para realizar esta prueba de interferometría es necesario un arreglo optomecánico con los siguientes elementos comerciales.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ORIGEN	PRECIO UNITARIO Dls. USA	PRECIO TOTAL Dls. USA
1	soporte para la fuente de luz (tubo de rayo laser)	MELLES GRIOT	\$ 364.00	\$ 364.00
4	soportes y monturas con autocentrado para lentes	Spindler & Hoyer	\$ 464.00	\$ 1864.00
1	Montura cinemática para espejos	THORLABS	\$ 237.00	\$ 237.00
2	montura standard para espejos	Spindler & Hoyer	\$ 60.00	\$ 120.00
1	soporte para elementos planos	MELLES GRIOT	\$ 95.00	\$ 95
1	Diafragma variable	THORLABS	\$ 223.00	\$ 223.00
6	soportes para barras	Edmund Scientific	\$ 6.50	\$ 39.00
1	plataforma de altura ajustable para monturas	Spindler & Hoyer	\$ 170.00	\$ 170.00
4	bases	Ealing	\$ 29.00	\$ 116.00
				\$ 3228.00

Gastos de Envío \$ 70.00  
 Subtotal \$ 3298.00  
 Impuesto IVA \$ 494.00  
 TOTAL \$ 3792.00

Un US. DOLAR cuesta según al cambio en moneda nacional del 26 agosto 1996 \$ 7.52

**TOTAL MN \$28.515.00**

El tiempo de entrega es de 4 a 6 semanas según el proveedor.

B) Para realizar la misma prueba es necesario una arreglo con 9 Soportes Universales

El costo de un prototipo con sus accesorios es de M.N. \$ 4,150.00  
 Impuesto IVA \$ 622.50

**TOTAL \$ 4,772.50**

El costo de cada soporte si se fabrican 9 es de \$ 3. 950

**TOTAL MN \$35.550.00**

El tiempo de entrega es de 4 a 6 semanas según el taller que cotizó.

El producto de esta tesis es un sistema mecánico integrado por un grupo de subsistemas que solucionan con mecanismos más o menos simples, las restricciones del laboratorio. Se analizaron las funciones de algunos productos comerciales y se buscó reproducir sus mejores características: Se sintetizaron ciertas operaciones y se definieron los conceptos comúnmente utilizados para describir los procedimientos de trabajo en la mesa óptica; Se buscó optimizar la función de las partes de acuerdo a las posibilidades técnicas y de manufactura y en función del tiempo fijado para desarrollar el proyecto; Se realizaron los bocetos y estudios geométricos detallados de todas y cada una de las partes que integran el producto, así como las pruebas en modelos volumétricos; se evaluó constantemente el desempeño de éstas y se buscó optimizar el uso de materiales para aprovechar al máximo todo su potencial.

Se encontró que el soporte cumple con los objetivos impuestos desde el comienzo del proyecto aunque cabe mencionar que no es posible utilizar el ZINALCO como materia prima para su fabricación, por ser un material aún en pruebas.

En lo referente al sistema de movimiento de los carros de desplazamiento, bien puede sustituirse por un sistema automático de movimiento con un motor de pasos controlado electrónicamente mediante un chip programado según el diámetro de elemento que soporte. Los carros de desplazamiento pueden ir embalados con un tornillo de cuerda más amplia para aumentar la velocidad de recorrido. A su vez puede adaptarse un sistema electrónico semejante para regular la altura de la plataforma inferior así como la distancia que guardan ambas plataformas. En lo referente al sistema de giro de la mesa de prismas, es posible diseñar un mecanismo más complejo para rotarla así como para controlar el "tip-tilt". Lo mismo sucede para el mecanismo de ajuste fino de los carros soporte. Es factible escalar el soporte según las dimensiones de los elementos a posicionar.

Lo anterior se propone para sistemas permanentes y más complejos de manipulación de elementos en donde es imperativa la automatización, ya sea por la precisión que se necesita o por que el control es a distancia y la presencia del operario se hace casi imposible. Una segunda generación del Soporte Universal será más simple.

Es factible disminuir el costo del soporte aumentando el volumen de producción y simplificando más todas sus partes.

Quedan abiertas algunas preguntas acerca de qué tan importante es conocer las presiones mínimas y máximas suficientes en los mecanismos de interfaz para sujetar óptimamente a los elementos de geometría radial y monolíticos tanto axial como tangencialmente y descubrir cuán eficiente sería adaptar sistemas de precarga con muelles de materiales espumados a los mecanismos de desplazamiento, así como sustituir los materiales de sus interfaces metal-metal por vidrio-vidrio o vidrio-metal. Dejo abierta también, la posibilidad de experimentar con el uso de adhesivos para sustituir ensambles mecánicos para economizar el producto y facilitar su armado final o emplear materiales compuestos como los paneles de fibra de carbono con estructura en panal de abeja como en el caso de las de las barras rectangulares de las plataformas superior e inferior en vez del conocido y contaminante aluminio.

Así pues el proyecto surgió de una necesidad real y el resultado es otra aproximación más de cualquiera de las soluciones posibles. Sin embargo, el objetivo personal de realizar este trabajo fué el de tratar de disciplinar el impulso creativo disperso y hallar cierta metodología de trabajo através de un tema verdaderamente nuevo y restrictivo, dentro de un campo muy poco explorado por los diseñadores industriales. Conocer de cerca la actividad de un grupo de individuos creativos comprometidos con su actividad para comprender, entre otras cosas, los distintos conceptos como el desarrollo, la tecnología o la innovación más allá de lo que comunmente conocemos los diseñadores industriales. Aprender que en el Instituto de Astronomía como en muchos otros campos de trabajo, el término diseñador no excluye solo a los creadores que trabajan con la forma o el arte aplicado de forma deliberada. La función es una belleza y la belleza también es una función, ninguna se excluye.

Pero sobre todo, entender que no es necesario inventar necesidades para resolverlas con objetos o productos fútiles y banales; sobre todo en un país de carencias, en donde hace falta abrir los ojos y tener la voluntad de resolver las cuestiones más elementales que rodean la vida de todos los días.



## Glosario

- Aberración.-** Imperfección de un sistema óptico que le impide establecer una exacta correspondencia entre un objeto y su imagen.
- Accesorio.-** que depende de lo principal. Utensilio auxiliar para determinado trabajo o para el funcionamiento de una máquina.
- Adhesivo.-** Sustancia que, interpuesta entre dos cuerpos o fragmentos, sirve para pegarlos.
- Bisel.-** Corte oblicuo en el borde o en la extremidad de una lámina o plancha o en el contorno de un vidrio o cristal.
- Cinemática.-** Parte de la mecánica que estudia el movimiento prescindiendo de las fuerzas que los producen.
- Dispositivo.-** Mecanismo o artificio dispuesto para producir una acción prevista.
- Elastómero.-** Materia natural o artificial que, como el caucho tiene gran elasticidad.
- Interfaz.-** Zona de comunicación o acción de un sistema sobre otro.
- Instrumento.-** Conjunto de diversas piezas combinadas adecuadamente para que sirva con determinado objeto en el ejercicio de las artes y los oficios.
- Montura.-** Soporte mecánico de los instrumentos astronómicos destinados a la observación celeste.
- Óptica.-** Parte de la física que estudia los fenómenos de la luz.
- Prueba.-** Ensayo o experimento que se hace de algo, para saber cómo resultará en su forma definitiva
- Sistema.-** Conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí contribuyen a determinado objeto.

## Bibliografía

### Libros

Aldersey, William Hugh. World Design. 1st. Ed. Rizzoli International Publications. New York 1992.

Bernal, J. La ciencia en nuestro tiempo. 3a Ed. Edit. ERA, México 1979.

Cross, Nigel. Elliot, David. Robin, Roy. Diseño, Tecnología y Participación. Edit. Gustavo Gili. Barcelona 1979.

Davenport, H. William. Una sola cultura. Col. Tecnología y Sociedad. Edit. Gustavo Gili. Barcelona 1979.

Dorner, Peter. The Meanings in Modern Design. Towards the Twenty First Century. Thames and Hudson. New York 1991.

Eco, Umberto. Como se hace una tesis. Ed. Gedisa 1a. edición. Barcelona 1977.

Freeman, M.H. & Fincham W. H. A. Optics. 8th. Ed. Dover Publications. New York 1963.

Haring, Robert E. Spectrometer Design for a Portable Wear Metal Analyser. Optomechanical Systems Engineering. Daniel Vukobratovich Editor, Proc SPIE Vol. 1036 Pp 34-42 California, USA 1988.

Jenkins-White, Fundamentals of Optics. 4th. Ed. Mac Graw Hill. USA.

Kinslake, Rudolf. Optical System Design. Academic Press, Inc. London 1983.

Manzini, Ezio. La Materia de la Invención. Ceac. Ed. Barcelona España 1996.

Mc Koy, Katherine & Michael. Cranbrook Design. The New Discourse. Rizzoli International Publications. New York 1992.

Mackenzie, Dorothy. Green Design, Design for the Environment. Laurence King Publishes. London 1991.

Southall, James. Mirror, Prisms and Lenses. 3rd Ed. The Mac Millan Company, New York 1974.

Su, Frederick. Technology of Our Times: People and Innovation in Optics and Optoelectronics. Pub. SPIE Optical Engineering Press. Washington USA 1990.

R. Yoder, Paul. Optomechanical Systems Design. Brian J. Thompson Editor. 2nd ed. Marcel Decker INC. New York 1993.

Reiss, S. Roger. Optomechanical Instruments Design. Optomechanical Systems Engineering. Daniel Vukobratovich Editor, Proc. SPIE 187. Pp 154-157. California, USA. 1987.

Roy, Robin & Wield, David. Product Design & Technological Innovation. The Open University Press. Philadelphia Pa, 1st ED. 1986.

S. Monk, George. Light Principles and Experiments. 2nd de. Dover Publications. New York 1963.

Terry, W. & Clarck T. H. La Historia de la Tecnología. Ed. Siglo XXI Tomos 1, 2, 3. México 1969.

Torres Villaseñor, G. Yao Hua Zhu and Piña Barba, C. Recent Advances in Science Technology and Applications of Zn-Al Alloys. Instituto de Materiales. Universidad Nacional Autónoma de México. México 1994.

### Publicaciones

ILPES Guía para la presentación de Proyectos. economía y Demografía ED. Siglo XXI 20a. De. México 1982.

Bancomext, México. Comparaciones Internacionales 1985-1993. Banco Nacional de Comercio Exterior SNC. México 1992.

Bancomext, México. Estudios Financieros de Estados Unidos, Electrico-Electrónicos. Banco Nacional de Comercio Exterior SNC. México 1994.

Compendio Estadístico de las Principales Actividades Efectuadas en el Marco de los Programas de Mediano Plazo del Sector Comercio. 1990-1993. Secofi, México 1993. Lin 28 Política E.

## Catálogos

Seizz. Astronomical Instruments. Germany 1970.

Spindler & Hoyer. Optomechanics. Germany 1989-1990

Thorlabs Inc. international N.J. March-Sept. 1994.

Optical Disk: Laser Technology. Enciclopedia Britanica Vol. 27 Pp. 893

Optics. Science in Optics. Enciclopedia Britanica Vol. 23 Pp. 893

Optical Systems Components. Enciclopedia Britanica Vol. 25 Pp. 202-225

## Tesis

Langarica L, Rosalía. Instrumento para el Guiado Televisivo de Telescopios. Tesis de Licenciatura. Unidad Académica de Diseño Industrial. UNAM México 1985.

Reyes, A. Eduardo. Dispositivo de Oclusión Tubaria. Tesis de Licenciatura. Centro de Investigaciones de Diseño Industrial. UNAM. México 1994.

Castañeda, R. Vehículo Acuático de Propulsión Humana. Tesis de Licenciatura. Centro de Investigaciones de Diseño Industrial. UNAM. México 1995.

Garfias, M. Fernando. Estudio de un Sistema de Control para Óptica Adaptativa. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería. UNAM. México 1996.

*"Ahora si voy a aprender a desaprender"*

*Joseph Beuys*