



17 de enero de 2019

**H. Consejo Divisional  
Ciencias y Artes para el Diseño  
Presente**

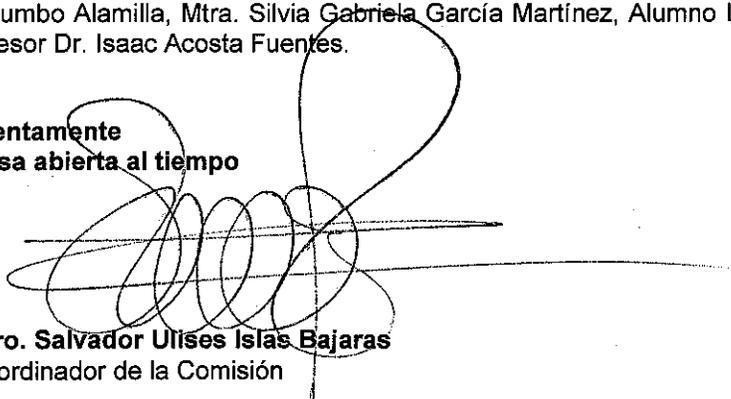
De acuerdo con lo establecido en los "Lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño. Registro y Seguimiento de las Áreas, Grupos, Programas y Proyectos" numeral 3.6 y subsiguientes, la **Comisión encargada de la revisión, registro y seguimiento de los proyectos, programas y grupos de investigación, así como de proponer la creación, modificación, seguimiento y supresión de áreas de investigación, para su trámite ante el órgano colegiado correspondiente**, sobre la base de la documentación presentada, en particular el cumplimiento de requisitos conforme a la ficha informativa anexa y considerando suficientemente sustentada la solicitud, propone el siguiente:

**Dictamen**

Aprobar la Terminación del Proyecto de Investigación **N-458 Aparato SD 67 Dispositivo para determinar momentos**, el responsable es el Mtro. Carlos García Malo Flores, adscrito al Programa de Investigación P-047 "Laboratorios de Modelos Estructurales", que forma parte del Grupo de Investigación "Tecnologías y Diseño en las Edificaciones" presentado por el Departamento de Procesos y Técnicas de Realización.

Los siguientes miembros estuvieron presentes en la reunión y se manifestaron a favor del dictamen: D.C.G. Dulce María Castro Val, D.I. Julio Ernesto Suárez Santa Cruz, Mtra. Alda Zizumbo Alamilla, Mtra. Silvia Gabriela García Martínez, Alumno Luis Enrique Zavaleta Jiménez y Asesor Dr. Isaac Acosta Fuentes.

**Atentamente  
Casa abierta al tiempo**



**Mtro. Salvador Ulises Islas Bajas**  
Coordinador de la Comisión



05 de diciembre del 2018.

9/12/18  
m

PT/JEFATURA/CYAD/096/2018.

**Dr. Marco V. Ferruzca Navarro**  
Presidente H. Consejo Divisional  
Ciencias y Artes para el Diseño

Presente.

Por este medio, solicito a usted tenga a bien presentar al H. Consejo Divisional de Ciencias y Artes para el Diseño que usted preside, la conclusión del proyecto de investigación **N-458 "Aparato SD 67 Dispositivo para determinar momentos"**, aprobado por acuerdo 550-9 en la sesión 550 ordinaria del Cuadragésimo Cuarto Consejo Divisional, celebrada el 13 de julio del 2018 bajo responsabilidad del profesor **Mtro. Carlos García Malo Flores** y registrado dentro del programa de investigación "*P-047 Laboratorio de Modelos Estructurales*"

Se anexan informes parciales, informe global y reporte final de investigación.

Sin más por el momento, reciba usted un cordial saludo.

Atentamente  
Casa abierta al tiempo

**Dr. Edwing A. Almeida Calderón**  
Encargado del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización



México, D.F. a 30 de noviembre de 2018

**Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón**  
**Encargado del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización**  
**PRESENTE**

En cumplimiento de lo dispuesto en los lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño en su apartado 3.4 relativo a la terminación de proyectos, por este medio me permito solicitar a Ud. Atentamente se sirva de gestionar ante H. Consejo Divisional la entrega de la documentación que ampara la conclusión del proyecto que a continuación se relaciona y que corresponde al Programa de Investigación P-047.

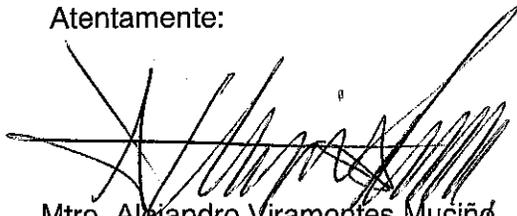
**Laboratorio de Modelos Estructurales**

Proyecto No. N-458. Aparato SD-67.  
**Dispositivo para Determinar Momentos**

Responsable del proyecto: Mtro. Carlos García Malo Flores

Sin otro particular, quedamos a sus apreciables órdenes para las aclaraciones que juzgue convenientes.

Atentamente:



Mtro. Alejandro Viramontes Muciño  
Coordinador del Grupo de Investigación De  
Tecnología y Diseño en las Edificaciones.



M. en Arq. Carlos H. Moreno Tamayo  
Responsable del Laboratorio de Modelos



Estrocturales  
Autónoma  
Metropolitana  
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

Procesos  
y Técnicas de Realización

05 DIC 2018  
*Line*

**JEFATURA DEL  
DEPARTAMENTO**

LABORATORIO  
DE MODELOS  
ESTRUCTURALES

CONCLUSIÓN DEL  
Proyecto Aparato SD 67

## **Dispositivo para determinar momentos**

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN P 047  
**LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES**

(1) APROBADO POR EL CONSEJO DIVISIONAL CON EL NO. N-458 EL 17 DE JULIO DE 2018 EN SESIÓN ORDINARIA 550-9.

# **Laboratorio de Modelos Estructurales**

## **Conclusión y reporte del proyecto No. N-458 ante el H. Consejo Divisional de CyAD.**

Diciembre de 2018

### **Índice de contenido**

1. Adscripción e integración del grupo de trabajo
2. Registro del Programa de investigación del Laboratorio de Modelos Estructurales.
3. Conclusión del proyecto describiendo:
  - 3.1 Registro del proyecto
  - 3.2 Introducción
  - 3.3 Objetivos y metas
  - 3.4 Metodología
  - 3.5 Memoria de diseño
    - 3.5.1 Apoyo teórico
    - 3.5.2 Memoria de construcción
    - 3.5.3 Planos constructivos 3D
    - 3.5.4 Memoria fotográfica
4. Relación y descripción de actividades y resultados de cada uno de los participantes.
5. Relación con la docencia, la preservación y la difusión de la cultura del Proyecto de Investigación concluido.
6. Aportaciones al campo de conocimiento
7. Coherencia entre metas, objetivos y resultados finales
8. Trascendencia social
9. Conclusiones



Azcapotzalco, CDMX. A 30 de noviembre del 2018

Mtro. Alejandro Viramontes Muciño  
Coordinador del Grupo de Investigación de Tecnología y Diseño en las Edificaciones  
Departamento de Procesos y Técnicas de Realización  
CyAD UAM Azcapotzalco  
PRESENTE:

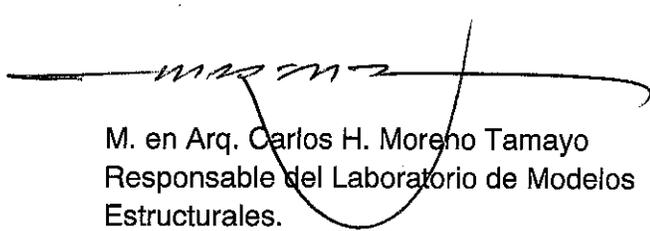
En cumplimiento de lo dispuesto en los Lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño en su apartado 3.4 relativo a la terminación de proyectos, por este medio nos permitimos solicitar a Ud. atentamente se sirva gestionar ante el H. Consejo Divisional la entrega de la documentación que ampara la conclusión del proyecto que a continuación se relaciona y que corresponde al Programa de Investigación P-047.

**Laboratorio de Modelos Estructurales**

Proyecto No. N-458. Aparato SD-67.  
**Dispositivo para Determinar Momentos**

Sin otro particular, quedamos a sus apreciables órdenes para las aclaraciones que juzgue convenientes.

Atentamente:

  
M. en Arq. Carlos H. Moreno Tamayo  
Responsable del Laboratorio de Modelos  
Estructurales.

  
Mtro. Carlos García Malo Flores  
Responsable del proyecto N-458

## 1. Adscripción e integración del grupo de trabajo

DEPARTAMENTO DE PROCESOS Y TÉCNICAS DE REALIZACIÓN

Nombre del Grupo: Tecnología y Diseño para las Edificaciones  
Programa: P 047 Laboratorio de Modelos Estructurales  
Responsable del Grupo de Investigación: M. en Arq. Carlos Humberto Moreno Tamayo

### Actualización de Integrantes del Proyecto

	Nombre completo	Categoría y Nivel	Tiempo de dedicación	Grado Académico	Tipo de participación
1	Mtro. Carlos García Malo Flores	Titular "C"	Tiempo Completo	Maestría	Responsable del Proyecto
2	M. en C. Antonio Rodrigo Abad Sánchez	Titular "C"	Tiempo Completo	Maestría	Núcleo básico Diseño industrial
3	Ricardo Raúl Jiménez García	Ayudante "A"	Medio Tiempo	Licenciatura	Apoyo gráfico, manual y documental
4	M. en Arq. Carlos Humberto Moreno Tamayo	Titular "C"	Tiempo Completo	Maestría	Núcleo básico Responsable del LME Coordinación del proyecto

## 2. Registro del Programa de investigación del Laboratorio de Modelos Estructurales.

Universidad  
Autónoma  
Metropolitana   
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco  
Consejo Divisional de CyAD

SACD/CYAD/060/13

ACUERDO 450-8

07 de febrero de 2013

**M. EN ARQ. CARLOS H. MORENO TAMAYO** ✓  
**PROF. DEL DEPTO. DE PROCESOS Y**  
**TÉCNICAS DE REALIZACIÓN**  
**PRESENTE**

Por este conducto me permito informar a usted que en la Sesión 450 Ordinaria del Trigésimo Octavo Consejo Divisional, celebrada el día 06 de febrero de 2013, fue aprobado el Programa de Investigación, perteneciente al Grupo de Investigación "Tecnología y Diseño en las Edificaciones", con el siguiente número de registro:

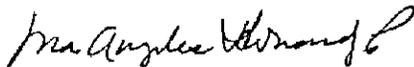
**PROGRAMA # P-047**

**LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES**

Lo anterior lo hago de su conocimiento para los fines a que haya lugar.

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente  
Casa abierta al tiempo



MTRA. MA. DE LOS ÁNGELES HERNÁNDEZ PRADO  
Secretaría

c.c.p. Arq. Eduardo Kotásek González.- Jefe del Depto. de Procesos y Técnicas de Realización  
Mtro. Alejandro Viramontes Muciño.- Responsable del Grupo de Investigación "Tecnología y Diseño en las Edificaciones"  
Dr. Anibal Figueroa Castrejón.- Coordinador de Investigación

### 3. Conclusión del proyecto

#### 3.1 Registro ante Consejo Divisional

Universidad  
Autónoma  
Metropolitana   
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco  
Consejo Divisional de CyAD

SACD/CYAD/549/18

Acuerdo 550-9

17 de julio de 2018

**Mtro. Carlos García Malo**  
Profesor del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización  
Presente

**Asunto:** Registro de Proyecto de Investigación

Por este conducto me permito informar a usted que en la Sesión 550 Ordinaria del Cuadragésimo Cuarto Consejo Divisional, celebrada el día 13 de julio de 2018, fue aprobada su solicitud de del Proyecto de Investigación, adscrito al Programa de Investigación P-047 "Laboratorio de Modelos Estructurales", con término al trimestre 18-O, con el siguiente número de registro:

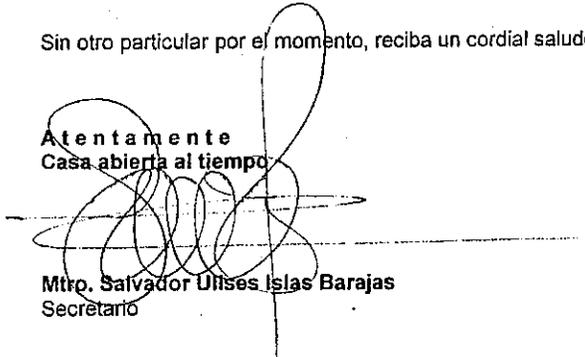
**Proyecto # 458**

**Aparato SD 67 Dispositivo para determinar momentos**

Lo anterior lo hago de su conocimiento para los fines a que haya lugar.

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

**Atentamente**  
Casa abierta al tiempo

  
**Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas**  
Secretario

c.c.p. Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón.- Encargado del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización  
Mtro. Alejandro Viramontes Muciño.- Responsable del Grupo de Investigación "Tecnología y Diseño en las Edificaciones"  
Dr. Isaac Acosta Fuentes.- Coordinador de Investigación

### **3.2 Introducción.**

El principal propósito del Laboratorio es facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje de una manera teórico práctica diferente a los métodos tradicionales que promueva el proceso de enseñanza aprendizaje asociada a los postulados teóricos en los que intervienen las matemáticas y la mecánica de las estructuras. De esta forma ayudará en la comprensión de los conceptos estructurales que se presentan de una manera abstracta.

Dentro de los planes y programas de estudio de la licenciatura en arquitectura la línea de estructuras presenta los conocimientos básicos que los alumnos requieren para el desarrollo de proyectos arquitectónicos. Esta línea en los primeros trimestres, inicia con el estudio de los conceptos fundamentales de la estática el análisis de vigas y la resistencia de los materiales, para después aplicarlos a los temas de análisis y de diseño estructural.

Para entender y aplicar los conceptos de la mecánica estructural, relacionados con la estática se requieren conocimientos matemáticos, capacidad de abstracción, interés por los temas, y dedicación entre otros aspectos; por lo anterior, se presenta dificultad en el proceso de enseñanza- aprendizaje para el alumno.

Por otra parte, la falta de estrategias de enseñanza-aprendizaje dificulta aún más el proceso para comprender y resolver los ejercicios planteados de forma analítica.

Una forma de brindar ayuda al alumno para desarrollar su potencial y su capacidad de abstracción, sería a través de la implementación de modelos físicos materiales para demostrar los conceptos básicos que intervienen en las estructuras. Esta actividad complementa las explicaciones teóricas de los conceptos y la solución de ejercicios resueltos por procedimientos gráficos y analíticos.

“Entre las diversas estrategias de enseñanza aprendizaje que se aplican universalmente en el sistema educativo, aquella que hace uso de modelos físicos y mecánicos como recurso didáctico, reporta usualmente un alto nivel de eficiencia comparativamente con otros métodos.” (TURATI, prólogo al libro de MORENO, C. et al. (2003).

#### **Antecedentes del proyecto**

Los modelos realizados en el Laboratorio de Modelos Estructurales han sido tradicionalmente de carácter no destructible y para efectos de demostración de las deformaciones en las estructuras, ocasionadas por efectos de la carga aplicada en ellas.

No existe antecedente de este tipo de aparato entre las IES consultadas y esta iniciativa se presenta como una innovación en términos de recursos didácticos con enfoque cuantitativo que permitan registrar fuerzas aplicadas y esfuerzos de elementos estructurales a escala reducida.

Como antecedentes del Aparato SD-67 tenemos los prototipos SD-57 Aparato para Momentos y SD-62 Viga doblemente empotrada, los cuales demuestran a una escala mayor el comportamiento de las fuerzas aplicadas a una estructura y los momentos que se producen.

#### **Justificación**

El Laboratorio de Modelos Estructurales ha desarrollado por más de dieciséis años numerosos prototipos de experimentación y demostración de los principios mecánicos de las estructuras.

La importancia del proyecto radica en la posibilidad de identificar en forma física y directa el sentido y valor de los momentos en un sistema estructural, en apoyo a los métodos gráficos aplicables. El dispositivo tiene la característica de ser portátil y de uso personal.

El proyecto que se registra complementa a otros aparatos relacionados tales como: Aparato de momentos SD-57. Viga doblemente empotrada SD-62 y en general aquellos que explican la incidencia de momentos en vigas y armaduras: viga en bloques con eje compresor aparato SD -27. Viga en voladizo aparato SD-15. Viga simple y estratificada. Aparato SD-17. Viga continua aparato SD-18. Vigas con diferentes secciones I, L, O, C, T, H. Aparato SD-29, y otros.

### **3.3 Objetivos y metas.**

#### **Objetivo General**

Desarrollar un prototipo didáctico estructural que permita determinar la magnitud de diferentes momentos, como parte de la solución de problemas o ejercicios relacionados con temas de Estática, Análisis y Diseño Estructural. De ese modo podrá quedar demostrada la fórmula de la mecánica que relaciona al concepto del momento de una o varias fuerzas en el plano.

#### **Objetivos Específicos**

1. Diseñar y desarrollar un aparato consistente en un mecanismo de disco (goniómetro), eje de momentos, regleta con graduaciones y cursor, que ayude a los estudiantes a localizar el ángulo de la fuerza, la posición del eje de momentos y la distancia perpendicular, según las características de una fuerza en el plano en el cual se analiza el problema a resolver. Una vez determinada la distancia, se procederá a obtener el momento.
2. Facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje de conceptos básicos de la temática de Estática, resistencia de materiales, análisis y diseño estructural.
3. Involucrar a los estudiantes y docentes a través del aparato de momentos para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las estructuras, para las Licenciaturas de Arquitectura e Ingeniería Civil de la UAM Azcapotzalco.
4. Difundir resultados. Participación en eventos relacionados con el tema estructural y didáctico para exposición de resultados y vinculación con proyectos de otras Instituciones de Enseñanza Superior.

#### **Metas**

- Diseño y fabricación de prototipos de experimentación no disponibles en el mercado.
- Elaboración de material didáctico audiovisual complementario a la fundamentación teórica de los principios o conceptos básicos estructurales a demostrar.
- Guía descriptiva del prototipo y de su operación con ejercicios específicos de comprobación.
- Incorporación en el programa de atención a grupos del LME para las distintas asignaturas involucradas de Arquitectura e Ingeniería Civil.

### 3.4 Metodología de investigación

- Se explora el Plan y programas de estudio relacionados con el concepto básico y se determinan qué problemas o ejercicios de la mecánica estructural, será necesario reforzar.
- Se realiza investigación experimental, tendiente a identificar con precisión ejercicios o problemas relacionados con el concepto en donde se cometen errores muy frecuentes al calcular el "momento de una fuerza", principalmente en la unidad de enseñanza aprendizaje de Estática del tercer trimestre de la licenciatura en arquitectura.
- En el seminario permanente del LME se discute y determina la estrategia a seguir para el diseño específico de aparatos que cubran la necesidad detectada y se procede a esquematizar el modelo con una propuesta inicial funcional y dimensional de materiales y mecanismos.
- Se procede a la elaboración de los modelos funcionales preliminares y se evalúa su funcionamiento colegiadamente haciendo los ajustes pertinentes.
- Se procede a la elaboración de planos de fabricación y a la elaboración física del prototipo.
- En forma paralela se elabora la documentación del apoyo teórico pertinente y se desarrolla el material gráfico complementario.

#### **Metodología del LME para el desarrollo de modelos físicos didácticos para la enseñanza de las estructuras.**

El Laboratorio de Modelos Estructurales (LME) ha desarrollado una ruta metodológica de investigación que ha sido aplicada en la mayoría de los más de 60 aparatos experimentales que se han diseñado y manufacturado.

Es por esta razón que en esta propuesta no se discuten diferentes rutas, ya que esa Metodología ha llevado a buen resultado cada uno de los aparatos que el grupo colegiado ha acometido.

- Necesidad Académica. El escrutinio del plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura, ofrece un panorama de temas en diversas materias cuya comprensión resulta difícil para los estudiantes y que a lo largo de 18 años se han ido ilustrando con aparatos experimentales que usan alumnos y profesores para demostrar fórmulas y explicaciones de pizarrón.
- Discusión colegiada y Bocetos conceptuales del especialista. Dichos temas son discutidos en el Seminario Permanente del LME para que miembros y asistentes ofrezcan ideas sobre requerimientos conceptuales para la materialización de soluciones, de los que se generan algunos bocetos preliminares. La consulta biblio-hemerográfica (física y en línea) aporta ideas que se discuten al realizarse dichos bocetos.
- Definición de Comprensión de la calidad demostrativa del aparato. Esos bocetos sirven para definir lo que significa la calidad demostrativa de la ejemplificación del principio funcional que da origen al aparato.
- Análisis de la información disponible. La información generada en esa(s) sesión(es) es organizada y discutida por parte del Grupo en el Laboratorio de Modelos Estructurales para establecer estrategias de materialización para las pruebas iniciales de funcionamiento de los elementos críticos.
- Generación de Modelos Funcionales Iniciales. En esta primera fase de materialización se da preferencia a las pruebas de componentes que son críticos para la calidad demostrativa del principio que da origen al aparato. Dichos componentes son puestos a prueba y con esos resultados son presentados al pleno del Seminario para recibir

retroalimentación. Esta parte del proceso es iterativa.

- Planos de Taller. Una vez consensada la posible solución a la Necesidad Académica se procede a ubicar componentes estándar de mercado que puedan facilitar la manufactura y el mantenimiento y, a realizar algunos planos de taller para aquellos componentes que son específicos por su configuración y/o requerimientos.
- Otras Aportaciones Conceptuales. Aún en modelo preliminar, los miembros del Seminario cuestionan la posibilidad de incorporar características adicionales (funcionales, constructivas, estéticas) que complementen los conceptos teóricos que se explican a los estudiantes, sobre el tema del aparato.
- Construcción de Prototipos Preliminares. Aunque se mencionan prototipos, comúnmente es la evolución de un mismo prototipo preliminar que se transforma en definitivo al conjuntarse componentes manufacturados ex profeso con componentes de mercado, con las correcciones requeridas.
- Realización de Pruebas Globales. Los miembros del Seminario realizan simulaciones de las sesiones de clase en las que se utiliza el aparato. De estas pruebas surgen algunas propuestas de mejora que, de ser posible, son incorporadas de inmediato o se programan para el futuro.
- Correcciones Finales. Aquellos detalles que fueron determinados como incorporables de inmediato se habilitan en función de la disponibilidad de tiempo y recursos físicos y económicos.
- Construcción del Prototipo Final. En esta fase se manufactura el empaque y los aditamentos requeridos para la correcta operación del aparato, tanto por profesores como por los alumnos.
- Realización de Planos Definitivos. Para concluir el proceso se generan los archivos electrónicos que documentan las dimensiones del aparato.

### 3.5 Memoria de diseño.

## LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de investigación P 047  
Proyecto aprobado por CD NO. N-458 2018

Diseño, supervisión y evaluación de prototipos para la experimentación y demostración de los principios mecánicos de las estructuras.

#### Grupo de trabajo:

Apoyo Teórico  
Diseño y Producción

Asesoría en Diseño Industrial  
Coordinador Gral.

Mtro Carlos García Malo Flores  
D.I. Antonio Rodrigo Abad Sánchez  
Ayudante "A" Ricardo Raúl Jiménez García  
D.I. Antonio Rodrigo Abad Sánchez  
M. en Arq. Carlos Humberto Moreno Tamayo

#### Aparato SD 67

#### Dispositivo para determinar momentos

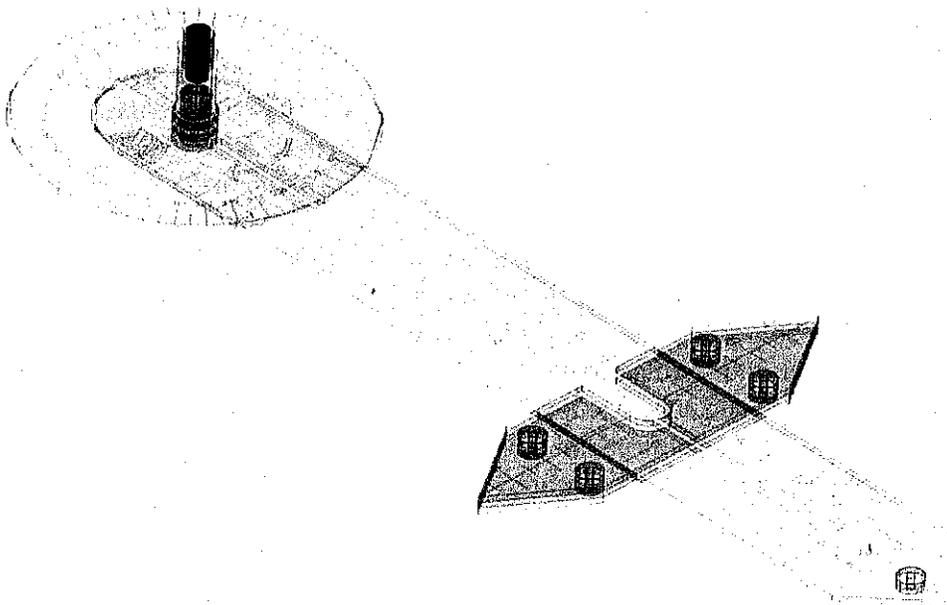


Figura 1. Aparato SD 67.  
Dispositivo para determinar momentos.

### **3.5.1 Apoyo teórico**

#### **Introducción**

#### **MODELO**

“Entre los objetivos principales que se persiguen en un modelo, tenemos los siguientes:

- 1.- Comprender procesos
- 2.- Buscar soluciones
- 3.- Utilizar los datos obtenidos con él para la realización de otros modelos posteriores, más cercanos a la realidad.” (BULBULIÁN, 2000:10).

Un modelo físico o material “es la representación de un sistema real, por otro distinto del que se supone tiene algunas propiedades semejantes a las que se desean estudiar en el sistema original” (ROSENBLUETH, 1988:71).

“Un modelo es una simplificación y un intento de reducción del problema a sus factores más relevantes” (BULBULIÁN, 2000:9).

“Modelo es una simplificación y abstracción selectiva de la realidad” (BULBULIÁN, 2000:9).

#### **APLICACIONES DEL DISPOSITIVO PARA MEDIR MOMENTOS**

Entre otros temas de la Estática el concepto del momento de una fuerza se aplica en el análisis de las armaduras isostáticas, el arco de tres articulaciones y los muros de contención.

En lo que se refiere al análisis de vigas isostáticas e hiperestáticas, el concepto es empleado para determinar los momentos flexionantes en diferentes puntos de la longitud.

En materia de Resistencia de Materiales y de Diseño estructural se emplea para obtener la resistencia de las secciones de concreto armado, de acero y de madera.

#### **DESCRIPCIÓN DEL MODELO**

El objetivo de este aparato es ejemplificar lo que sucede con el mecanismo de giro de una fuerza con respecto a un eje determinado en el plano de la estructura.

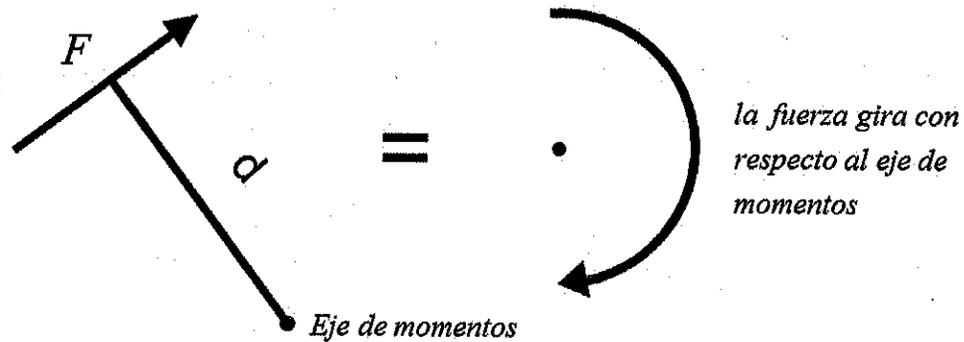
El aparato fue diseñado para establecer la relación entre una fuerza ubicada en un punto de la estructura, su distancia perpendicular a un eje de momentos y la manera en que debe girar según el sentido de dicha fuerza.

Además con el cursor situado en el eje de momentos es posible medir el ángulo de la fuerza con respecto a los ejes Cartesianos.

### Momento de una fuerza.

Un concepto de la Mecánica que se presenta por lo general para resolver distintos temas de la Estática de Resistencia de Materiales y de análisis y diseño estructural, es el que se refiere a la aplicación del momento de una fuerza con respecto a un eje determinado.

$$M = Fd$$

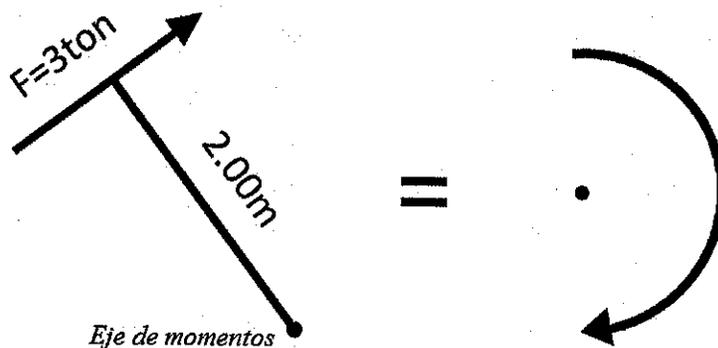


$M$  = producto de la MAGNITUD de la fuerza por su DISTANCIA PERPENDICULAR con respecto al eje de momentos

EJEMPLO:

$$d = 2.00m$$

$$F = 3ton$$



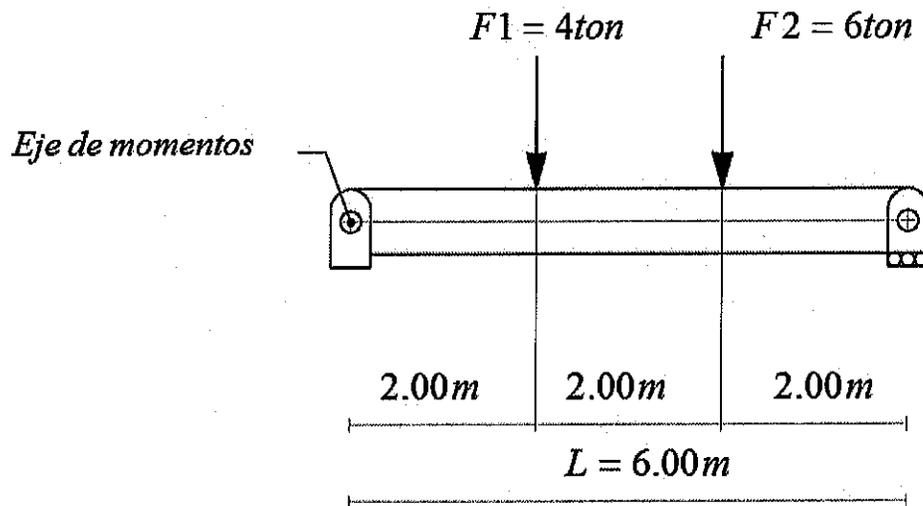
$$M = Fd$$

$$M = 3ton (2,00m) = -6 t \cdot m$$

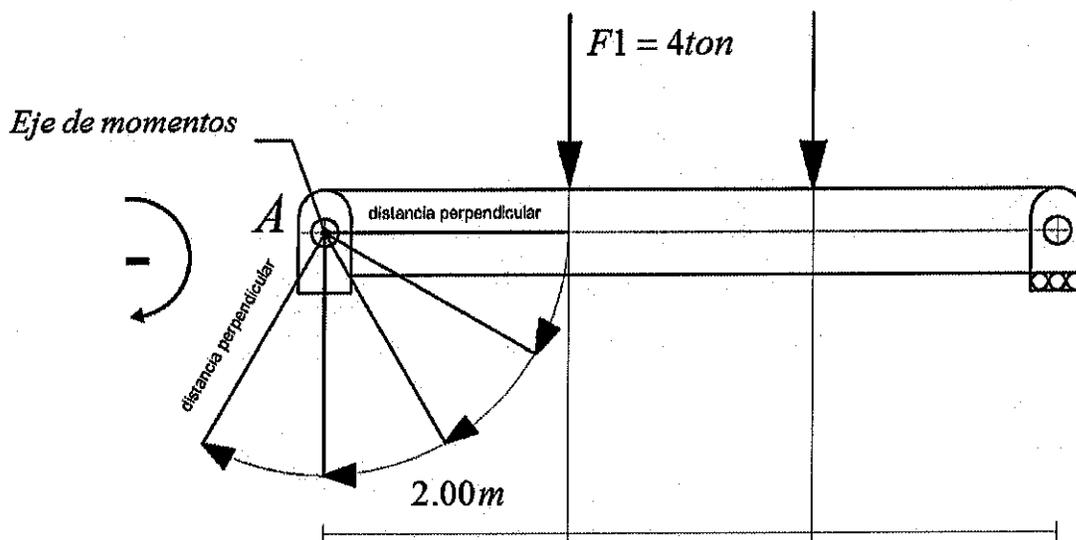
## APLICACIÓN DEL CONCEPTO "MOMENTO DE UNA FUERZA"

- 1) Determinar la resultante del sistema de fuerzas paralelas.

DETERMINAR LA RESULTANTE DE LAS FUERZAS APLICADAS EN LA SIGUIENTE VIGA

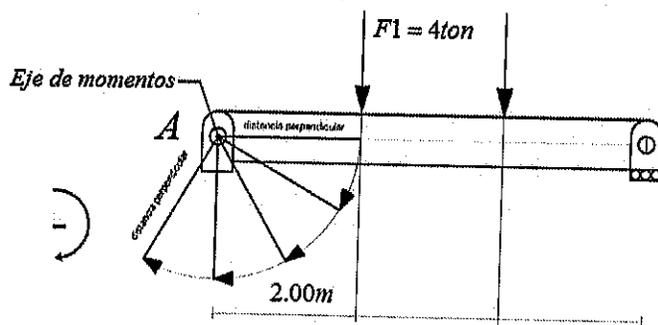
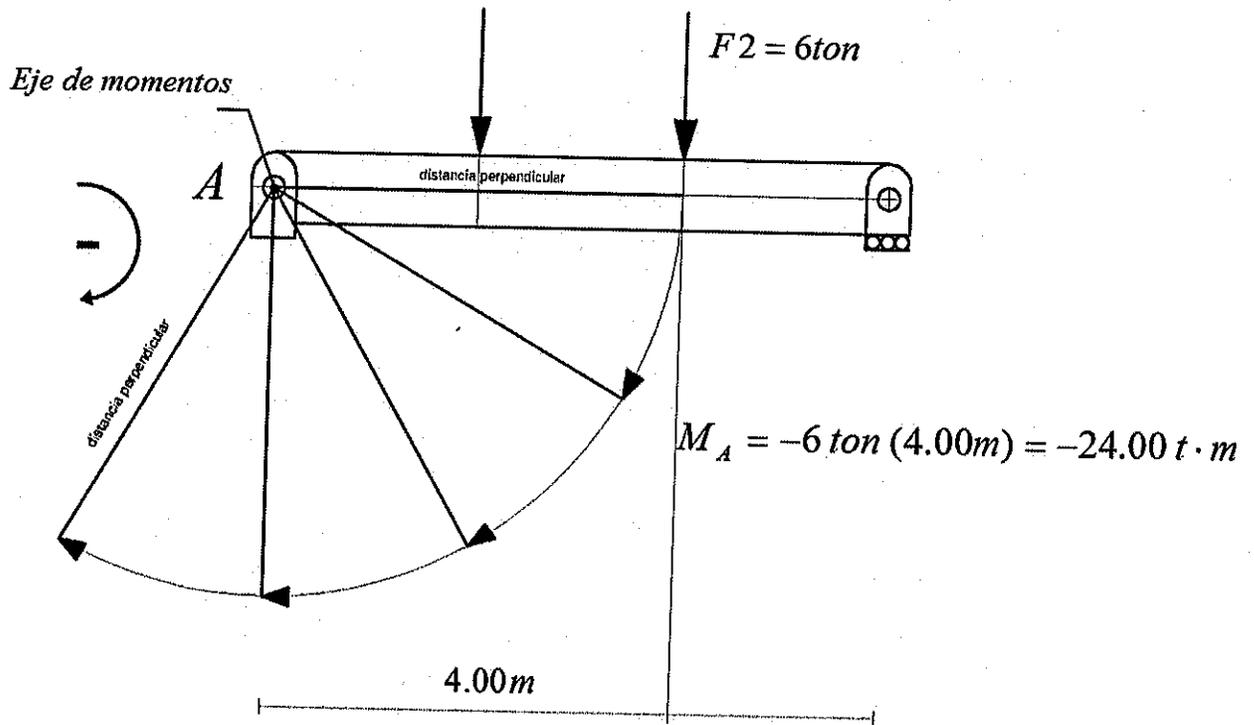


MECANISMO DE GIRO PARA LA FUERZA  $F_1$



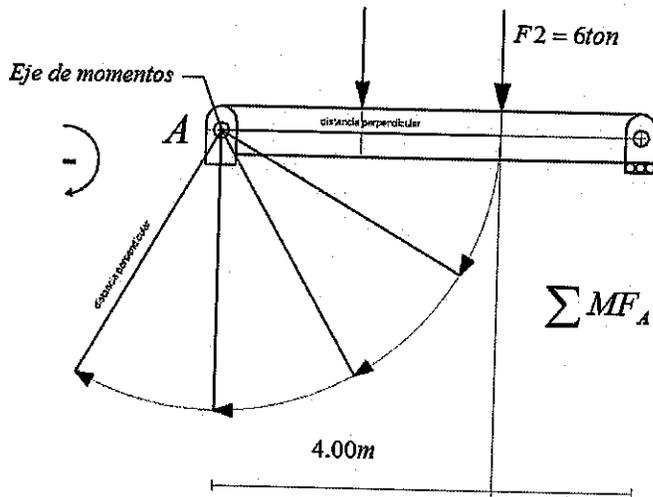
$$M = Fd \quad M_A = -4\text{ ton} (2.00\text{ m}) = -8.00 \text{ t} \cdot \text{m}$$

MECANISMO DE GIRO PARA LA FUERZA F2



por suma algebraica de momentos de las fuerzas con respecto al eje

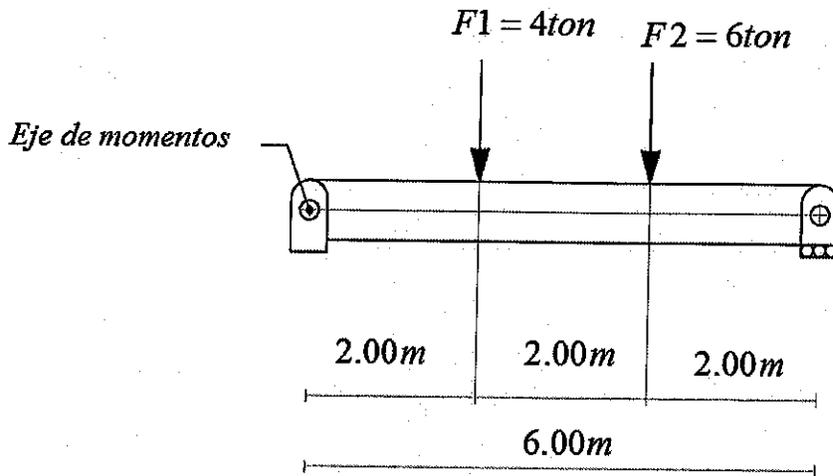
A



$$\sum MF_A = -4.00\text{ ton} (2.00\text{ m}) - 6\text{ ton} (4.00\text{ m})$$

$$M = -32\text{ t} \cdot \text{m}$$

### MAGNITUD DE LA RESULTANTE



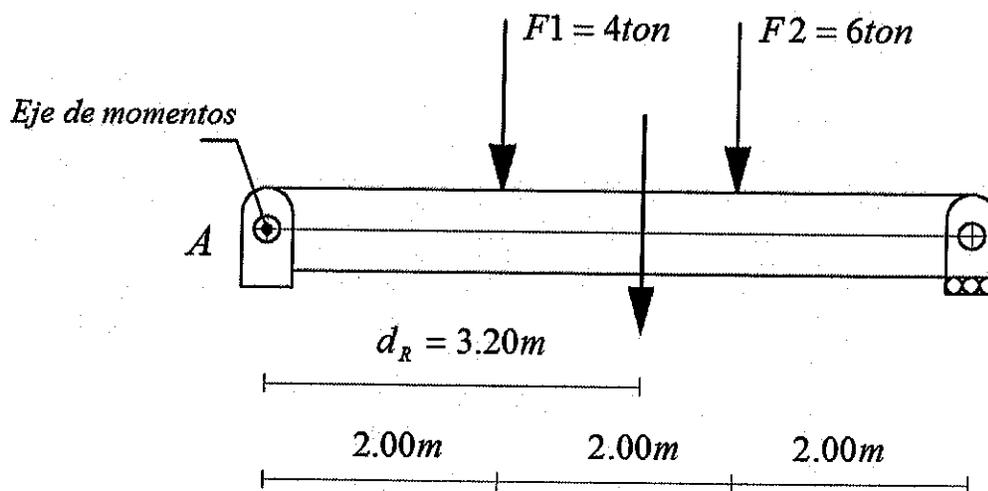
por suma algebraica de las fuerzas :

$$\sum F_y = -4.00\text{ton} - 6\text{ton} = -10\text{ton}$$

$$\therefore R = -10\text{ton}$$



### POSICIÓN DE LA RESULTANTE

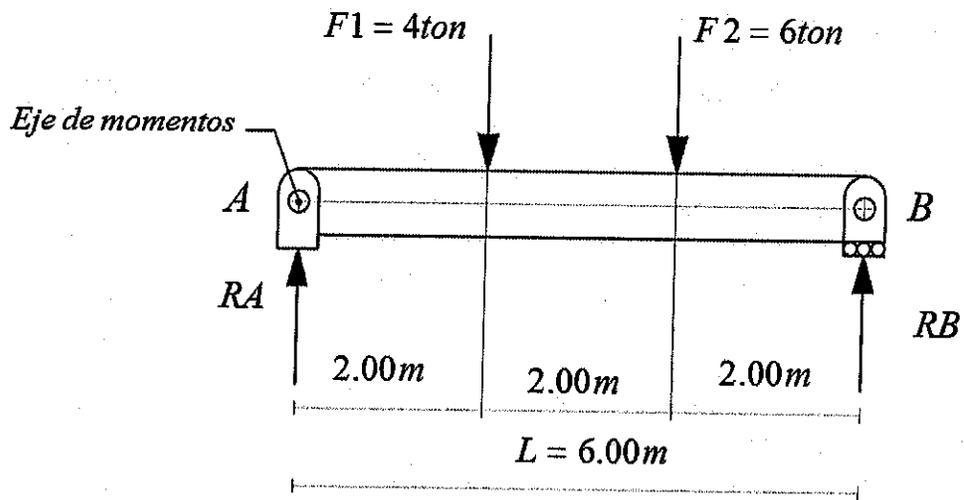


$$d_R = \frac{32\text{ t} \cdot \text{m}}{10\text{ton}}$$

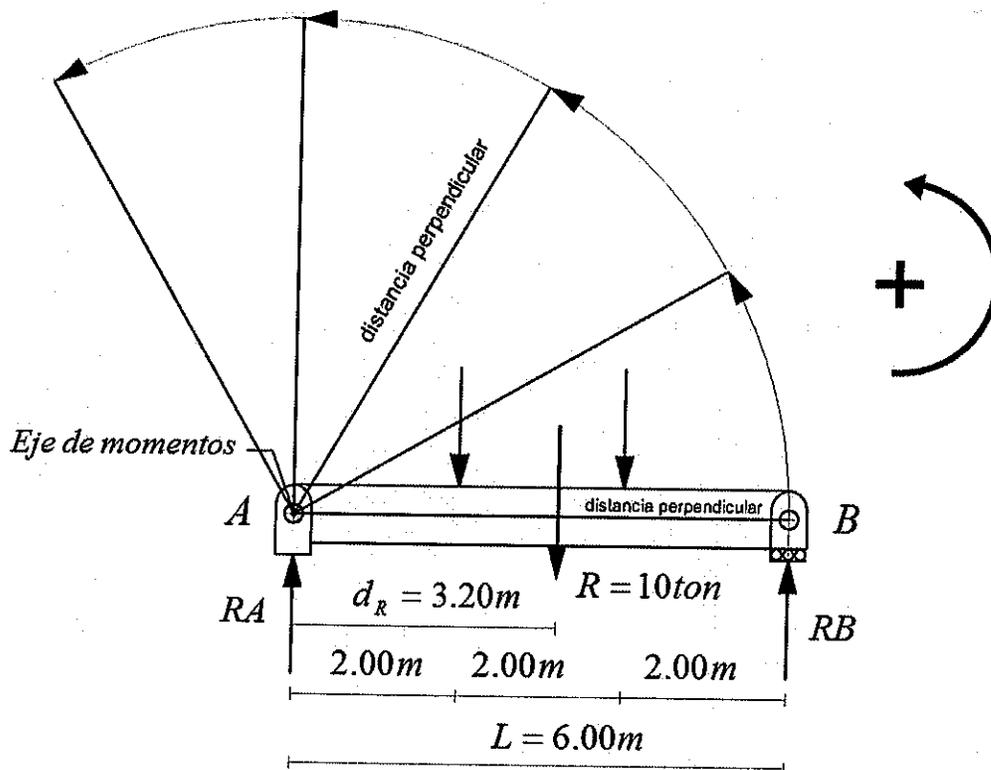
$$d_R = 3.20\text{m}$$

2) Determinar las reacciones del sistema de fuerzas paralelas.

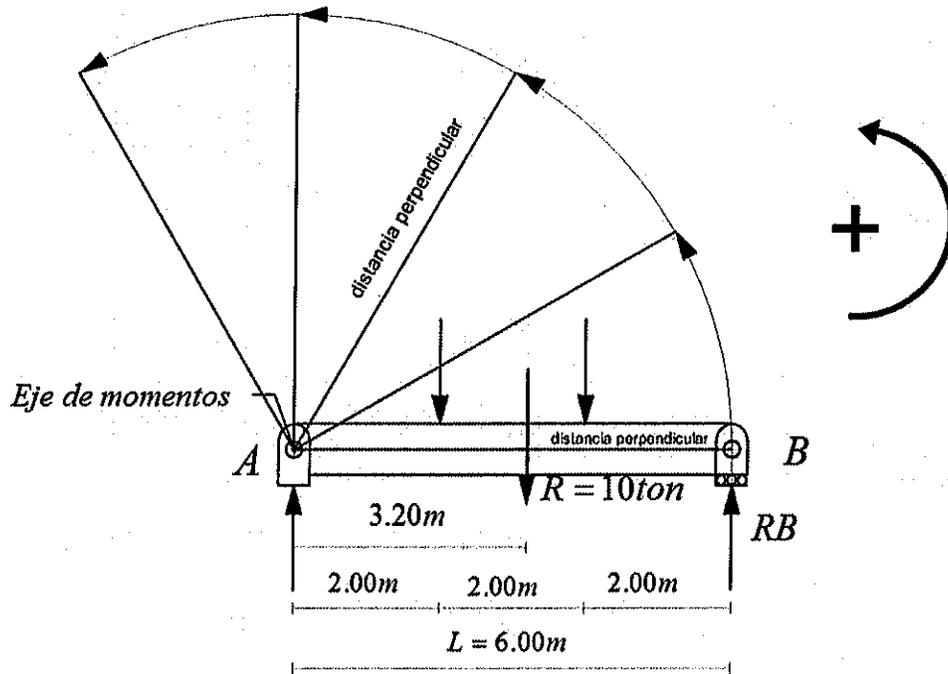
DETERMINAR LAS REACCIONES DE LA SIGUIENTE VIGA



MECANISMO DE GIRO PARA LA REACCIÓN  $RB$

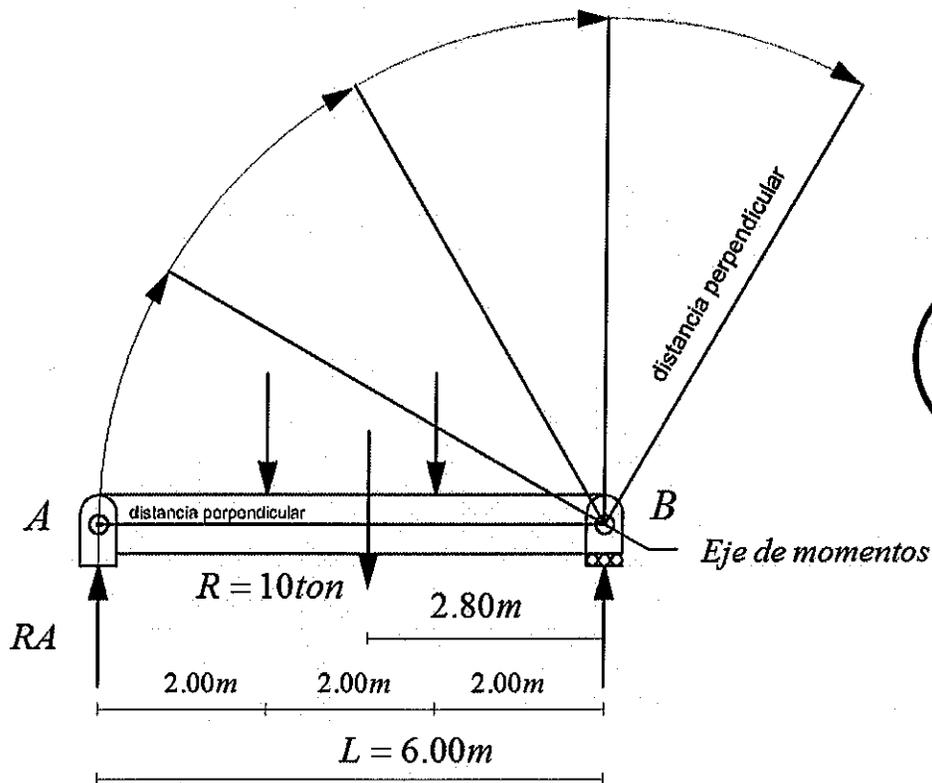


DETERMINAR  $R_B$

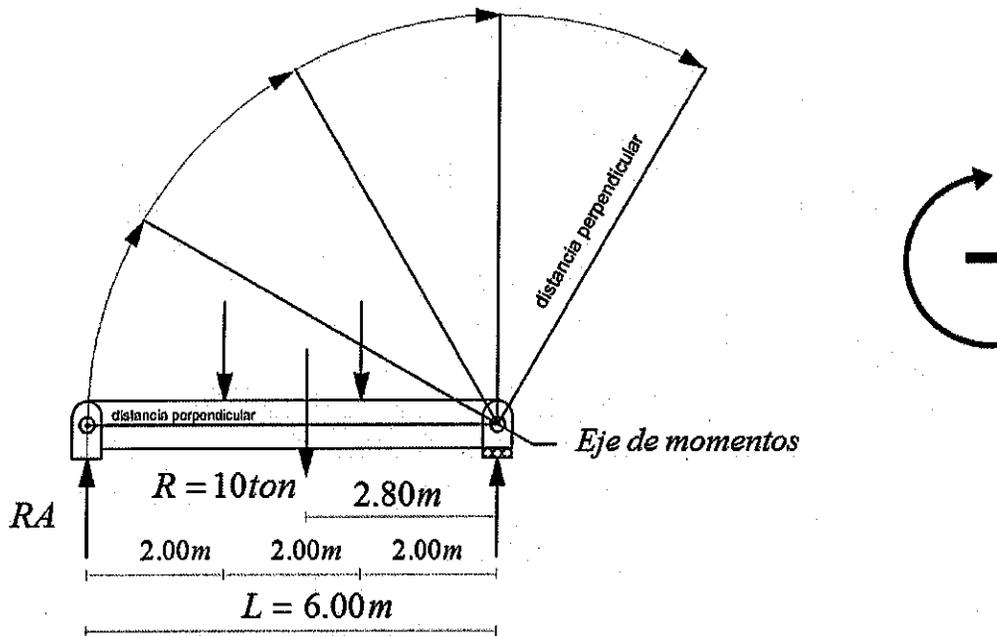


$$\sum MF_A = -10.00ton(3.20m) + RB(6.00m) = 0 \quad RB = 5.33 ton$$

MECANISMO DE GIRO PARA LA REACCIÓN  $R_A$



DETERMINAR  $RA$

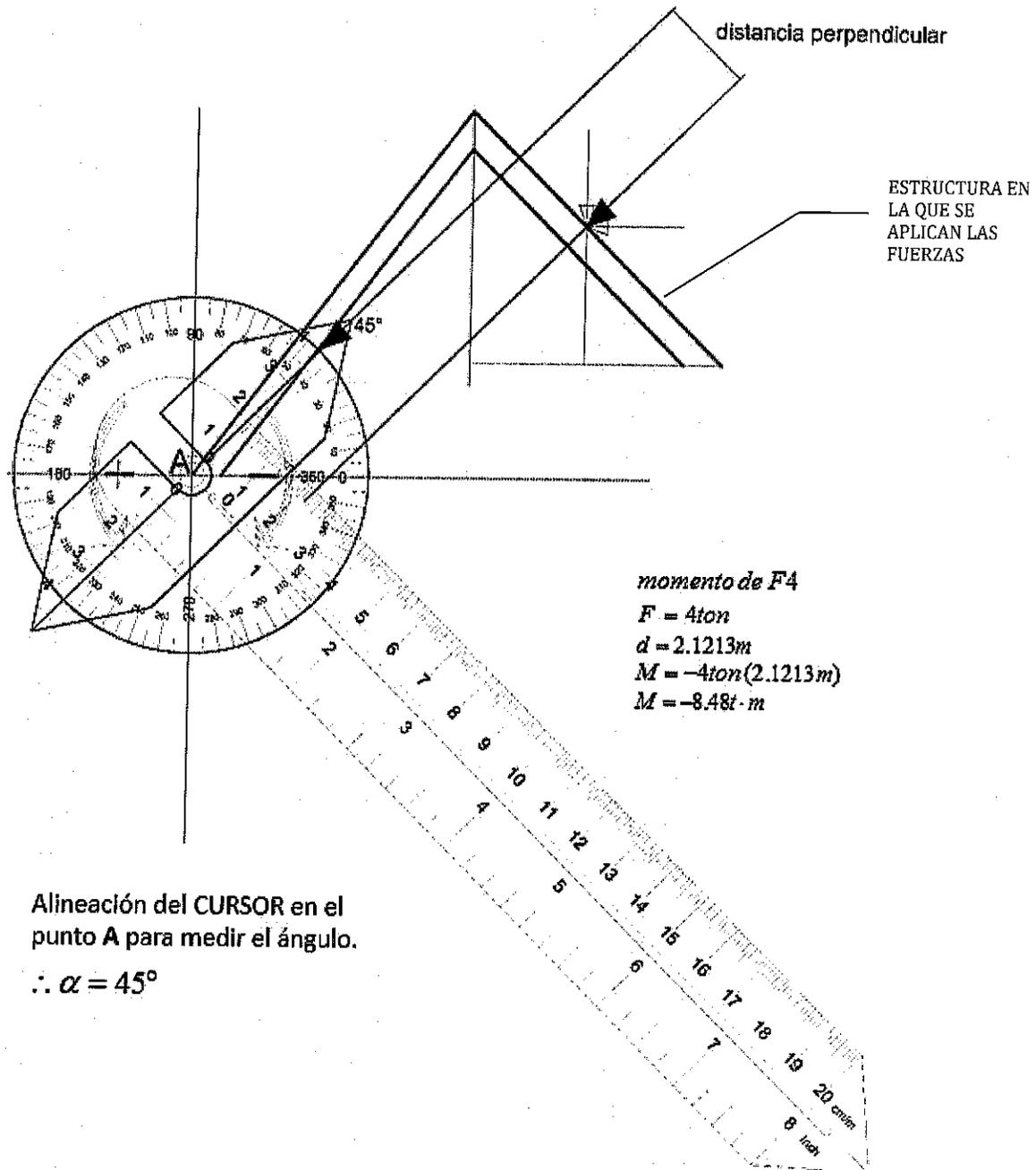


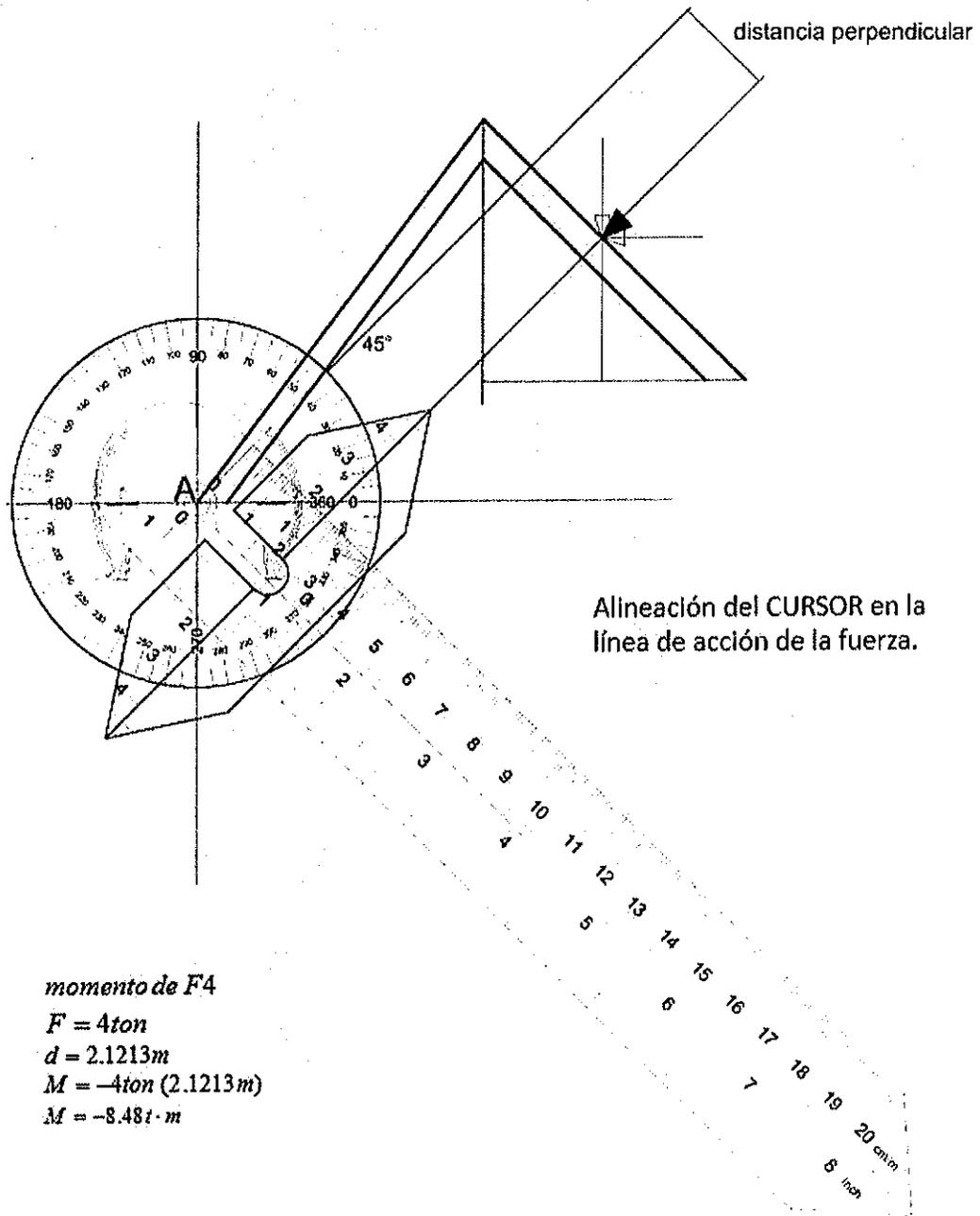
$$\sum MF_B = 10.00\text{ton} (2.80\text{m}) - RA (6.00\text{m}) = 0$$

$$RA = 4.67\text{ ton}$$

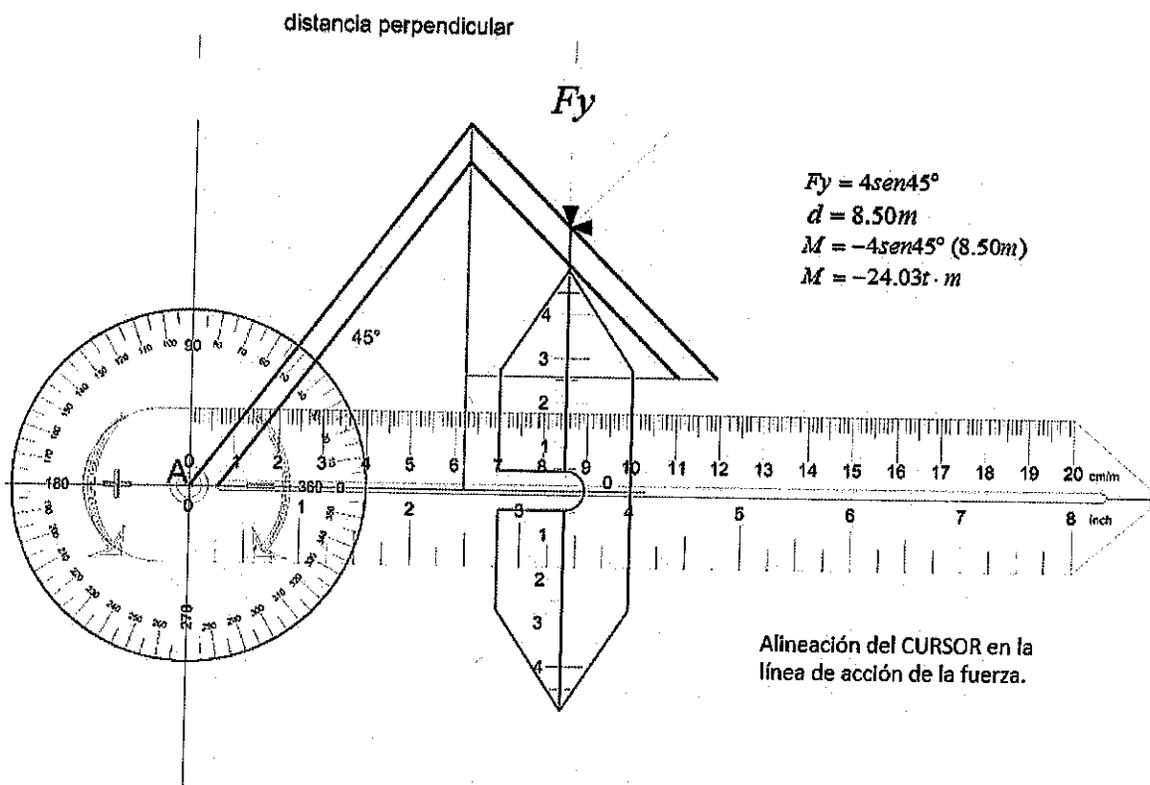
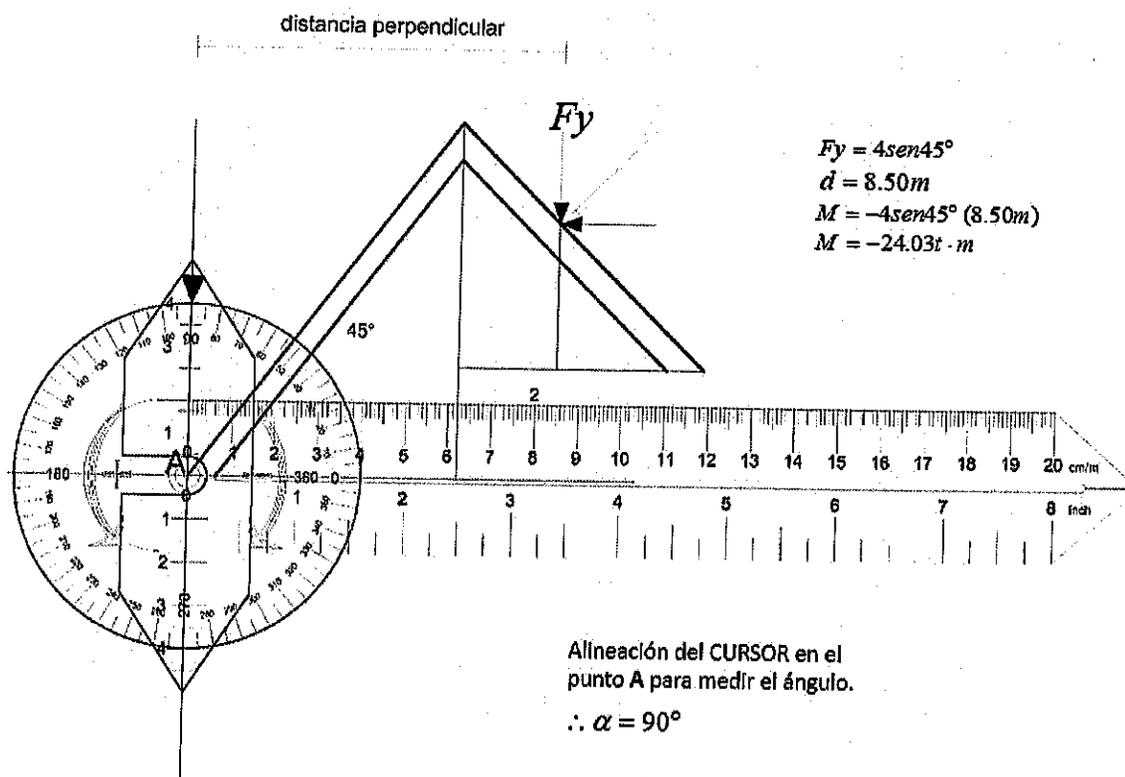
# APLICACIÓN DEL APARATO DE MOMENTOS PARA UNA FUERZA DETERMINADA EN UNA ESTRUCTURA.

## 1) Momento de la Fuerza con respecto al Eje "A"

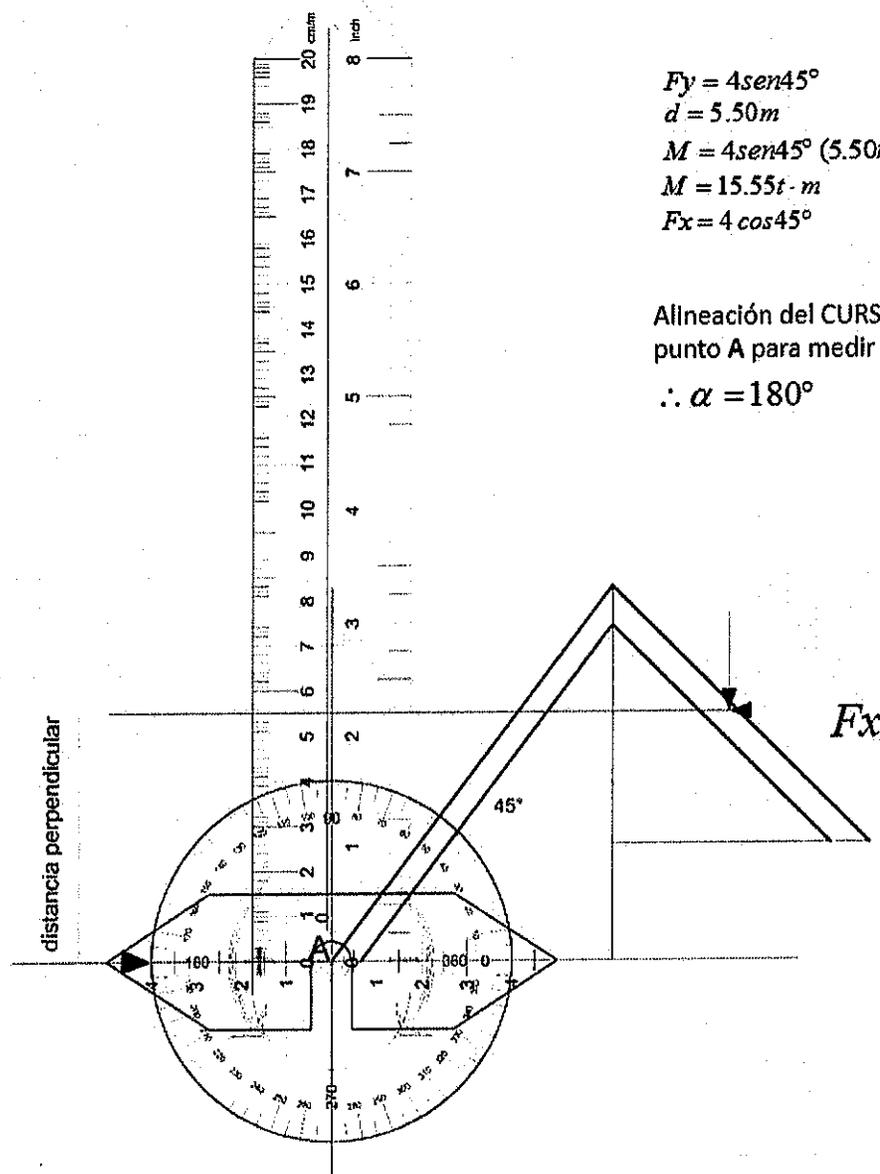




## 2) Momento de la Componente Vertical con respecto al punto "A" ( $F_y$ )

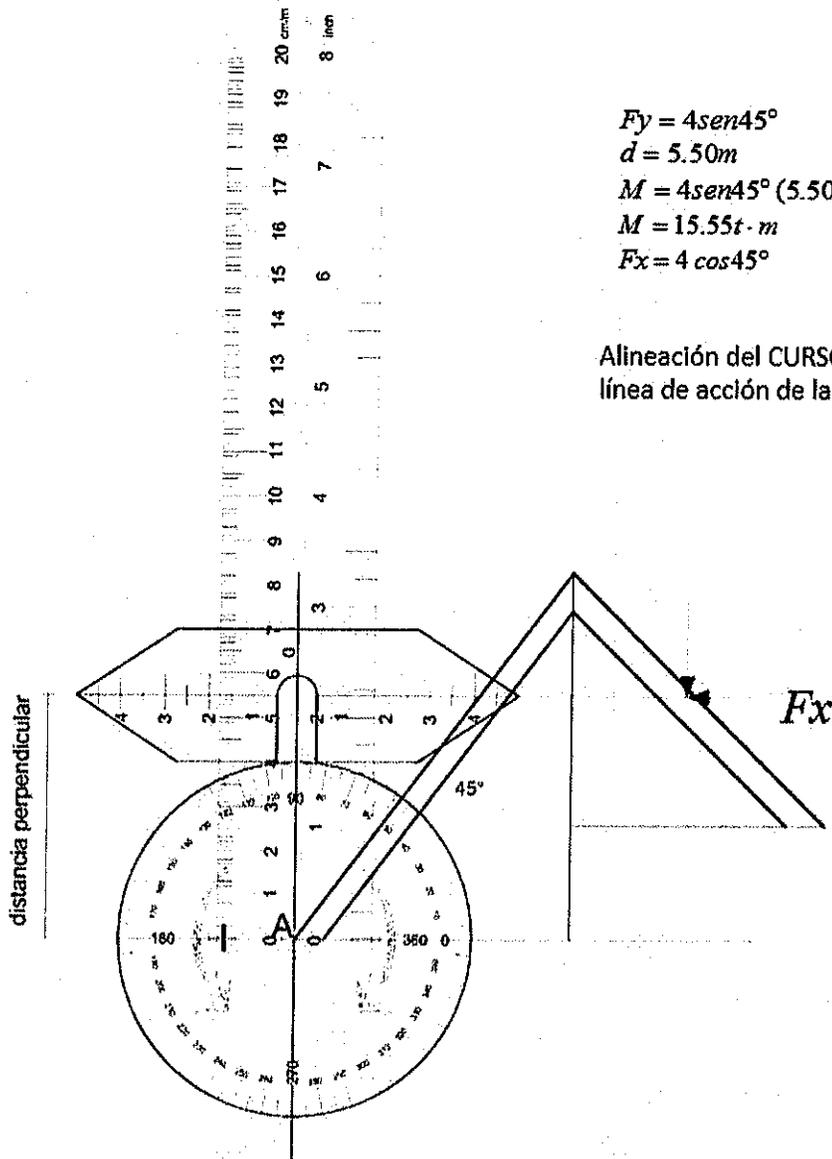


### 3) Momento de la Componente Horizontal con respecto al punto "A" ( $F_x$ )



$$\begin{aligned}F_y &= 4 \operatorname{sen} 45^\circ \\d &= 5.50 \text{ m} \\M &= 4 \operatorname{sen} 45^\circ (5.50 \text{ m}) \\M &= 15.55 \text{ t} \cdot \text{m} \\F_x &= 4 \operatorname{cos} 45^\circ\end{aligned}$$

Alineación del CURSOR en el punto A para medir el ángulo.  
 $\therefore \alpha = 180^\circ$



$$F_y = 4 \text{ sen } 45^\circ$$

$$d = 5.50 \text{ m}$$

$$M = 4 \text{ sen } 45^\circ (5.50 \text{ m})$$

$$M = 15.55 \text{ t} \cdot \text{m}$$

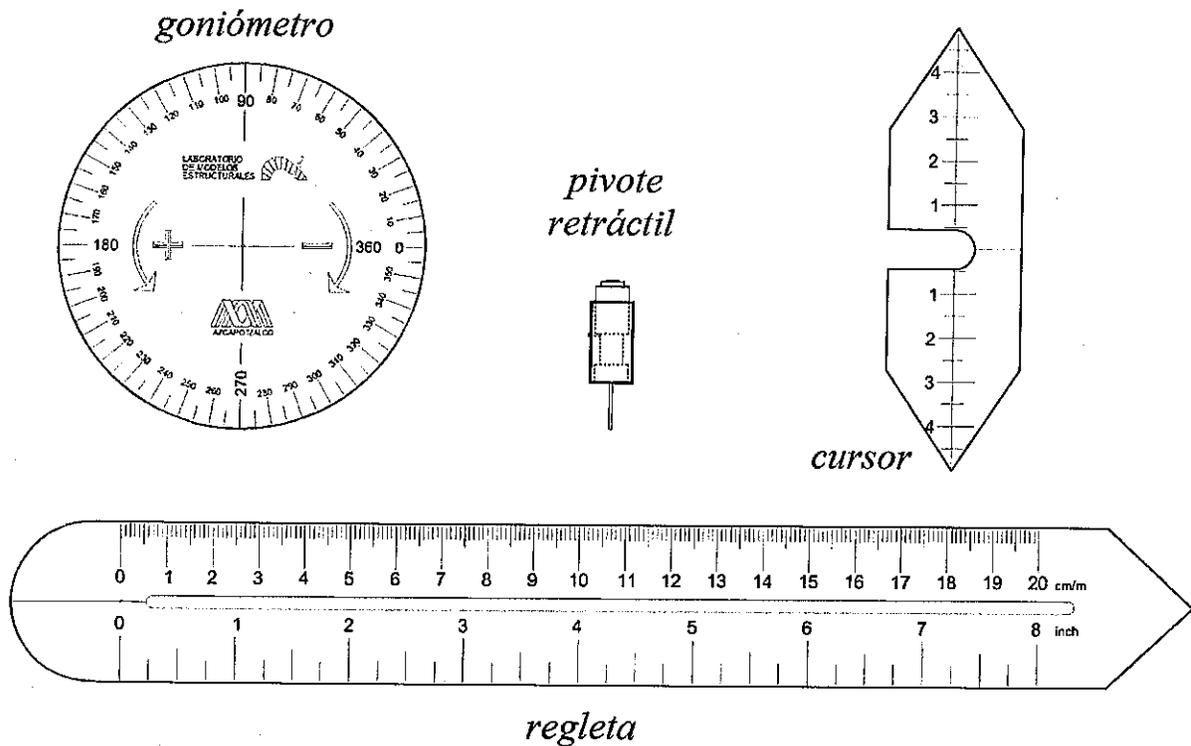
$$F_x = 4 \text{ cos } 45^\circ$$

Alineación del CURSOR en la línea de acción de la fuerza.

### CONCLUSIONES

MOMENTO DIRECTO DE LA FUERZA	$F$	$M = -8.48 \text{ t} \cdot \text{m}$
MOMENTO DE LA COMPONENTE	$F_y$	$M = -24.03 \text{ t} \cdot \text{m}$
MOMENTO DE LA COMPONENTE	$F_x$	$M = 15.55 \text{ t} \cdot \text{m}$
SUMA DE MOMENTOS DE LAS COMPONENTES	$-F_y + F_x$	$M = -8.48 \text{ t} \cdot \text{m}$

### 3.5.2 Memoria de construcción



El Aparato SD-67 está fabricado con material acrílico transparente de 1.4 mm de espesor y lo conforman 4 elementos:

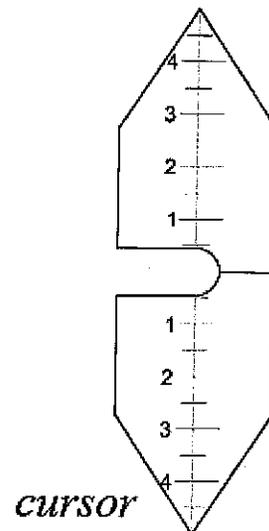
- 1) Un cursor que ubica la posición de la fuerza.

El cursor, al igual que el resto del Aparato SD-67, está elaborado con material acrílico transparente con 1.4mm de grosor.

Su longitud es de 10 cm de punta a punta y 3 cm de ancho.

El centro del cursor tiene una abertura de 9 mm que le permite llegar al centro exacto de lo que es la regleta y el goniómetro unidos, así como poder colocar la punta de un lápiz o pluma para poder así girar el aparato completo y al mismo tiempo realizar trazos circulares a la distancia requerida.

Además el cursor está graduado con 5 cm del centro a cada extremo para de igual manera poder usar como guía para trazos dicha parte del Aparato SD-67.

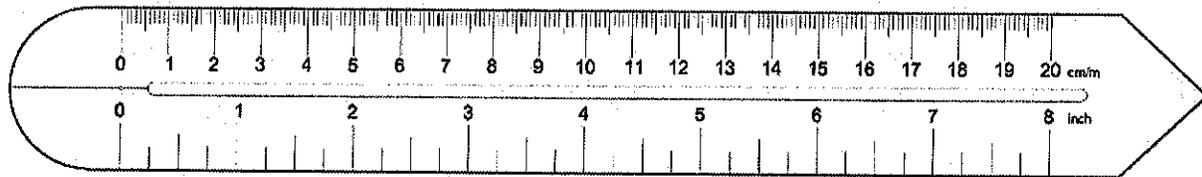


## 2) Una regla.

La regla está graduada en 20 cm y 8 pulgadas, con un extremo que termina en punta para dar mayor precisión y el otro extremo curvo para seguir con el diseño circular del goniómetro y ser más amable al usarlo.

Además el centro de la regla cuenta con una abertura que permitirá el uso del lápiz para poder realizar trazos en conjunto con el cursor o por separado.

La regla sirve medir la distancia perpendicular desde la aplicación de la fuerza hasta el eje de momentos.

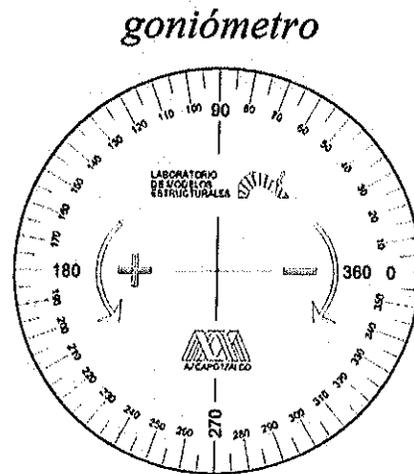


*regleta*

## 3) Un goniómetro

Un disco de acrílico que funciona como un goniómetro que nos permite medir la dirección (o ángulo) de las fuerzas en el plano de la estructura.

Este disco está graduado como un transportador en sus 360 grados y además tiene grabadas dos flechas que nos indican el tipo de giro de una fuerza, ya sea positivo o negativo, a lo que le llamamos "momento".

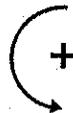


*goniómetro*

A) SEGÚN EL SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ



B) SEGÚN EL SENTIDO CONTRARIO A LAS MANECILLAS DEL RELOJ.



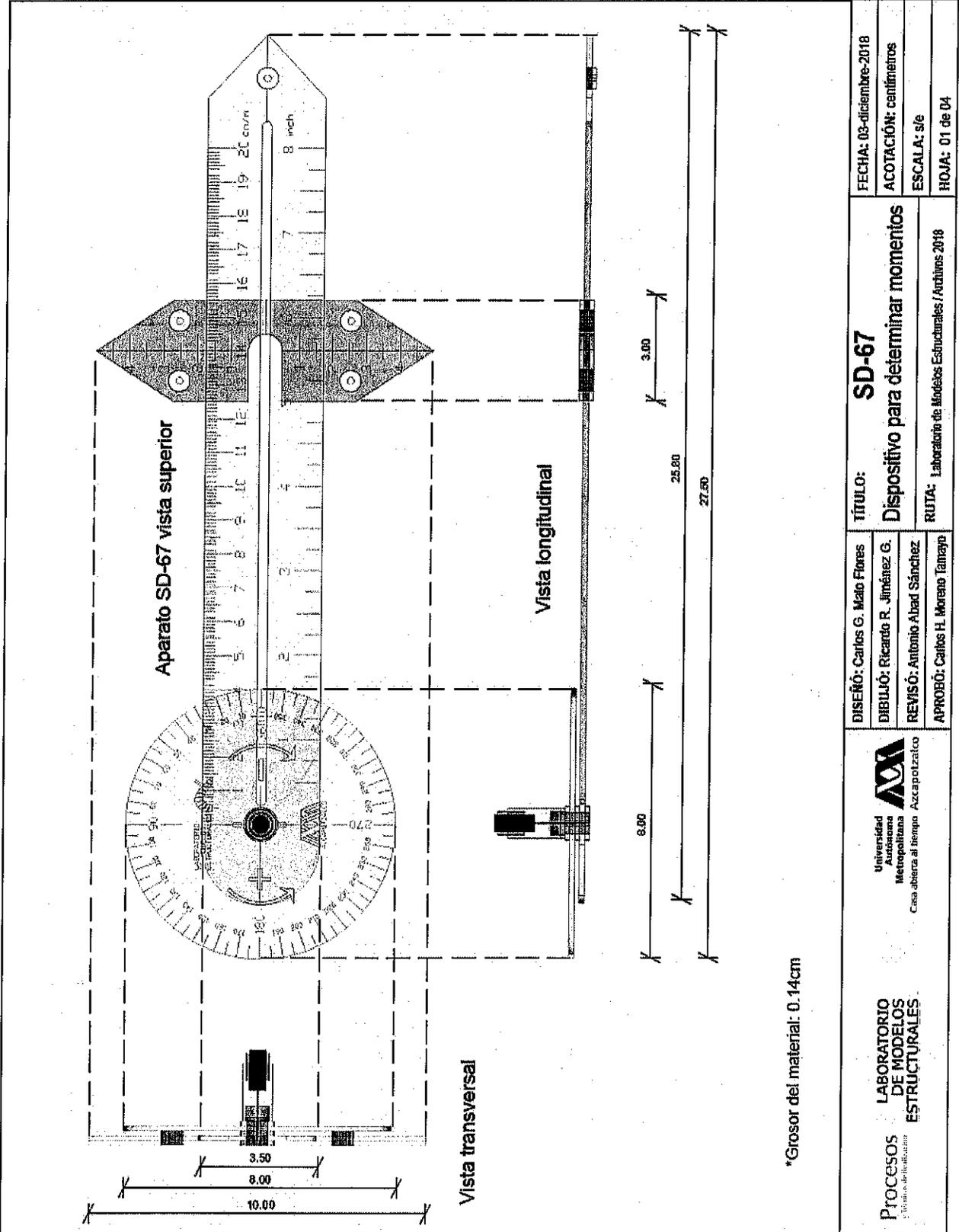
## 4) Un pivote retráctil

El pivote retráctil permite girar el resto del dispositivo para poder así ubicar la posición de la fuerza en el plano y para entender el mecanismo de giro para las fuerzas como nos lo indica el goniómetro, ya sea positivo o negativo.

*pivote  
retráctil*

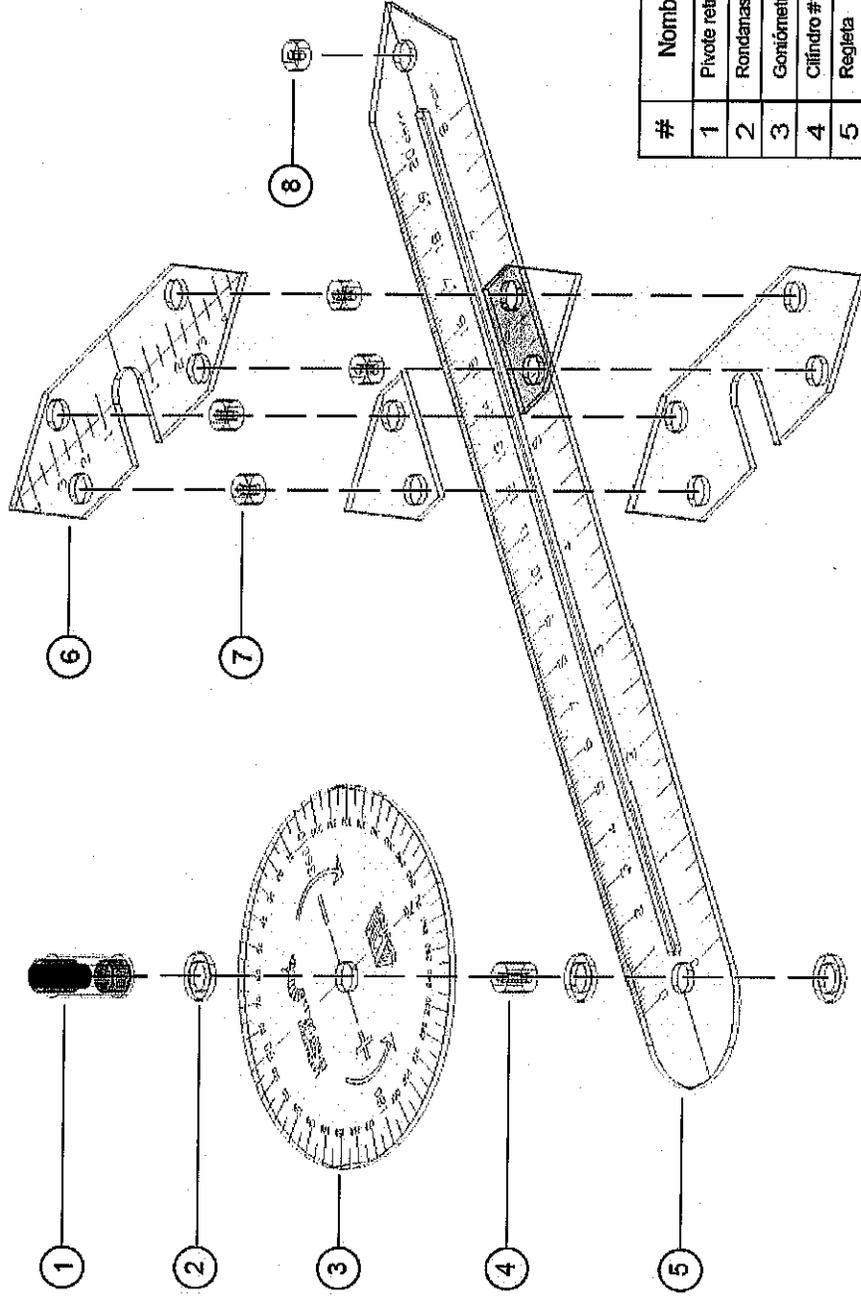


### 3.5.3. Planos constructivos 3D



\*Grosor del material: 0.14cm

<b>PROCESOS</b> <small>Unidad de Investigación</small> <b>LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES</b>		<b>DISEÑO:</b> Carlos G. Mato Flores <b>DIBUJO:</b> Ricardo R. Jiménez G. <b>REVISÓ:</b> Antonio Abad Sánchez <b>APROBÓ:</b> Carlos H. Moreno Tarrago	<b>TÍTULO:</b> <b>SD-67</b> <b>Dispositivo para determinar momentos</b> <b>RUTA:</b> Laboratorio de Modelos Estructurales / Archivos 2018	<b>FECHA:</b> 03-diciembre-2018 <b>ACOTACIÓN:</b> centímetros <b>ESCALA:</b> s/e <b>HOJA:</b> 01 de 04
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

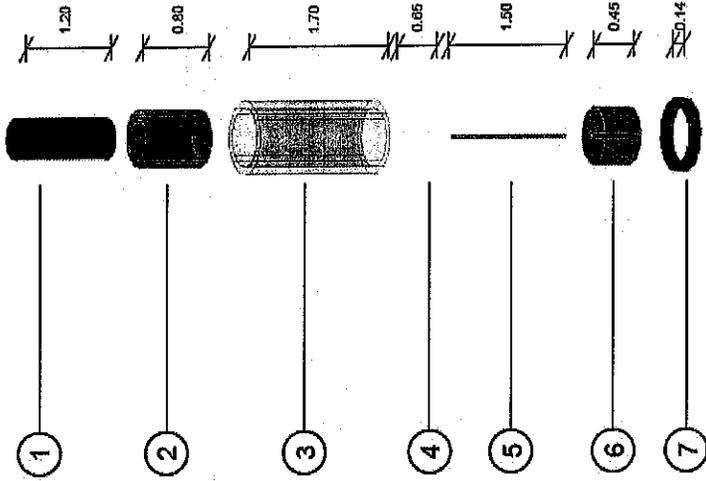


\*Grosor del material: 0.14cm

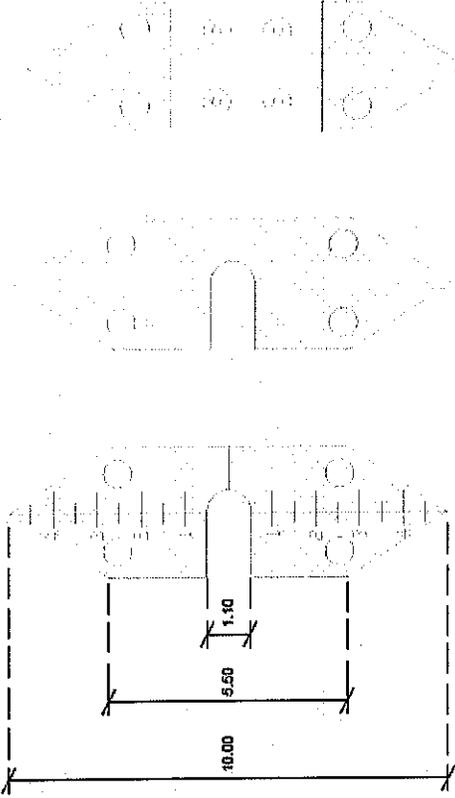
#	Nombre de la pieza	Cant
1	Pivote retráctil	1
2	Rondanas	3
3	Goniómetro	1
4	Cilindro #1	1
5	Regleta	1
6	Cursor	3
7	Cilindro #2	4
8	Cilindro #3	1

<b>PROCESOS</b> <small>Centro de Estudios</small> <b>LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES</b>	 Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco Casa abierta al tiempo	DISEÑO: Carlos G. Malo Flores DIBUJO: Ricardo R. Jiménez G. REVISÓ: Antonio Abad Sánchez APROBÓ: Carlos H. Moreno Tanczo	<b>TÍTULO:</b> <b>EXPLOSION</b> <b>Dispositivo para determinar momentos</b>	FECHA: 03-diciembre-2018 ACOTACIÓN: centímetros ESCALA: 5/6 HOJA: 02 de 04
		<b>RUTA:</b> Laboratorio de Modelos Estructurales / Archivos 2018		

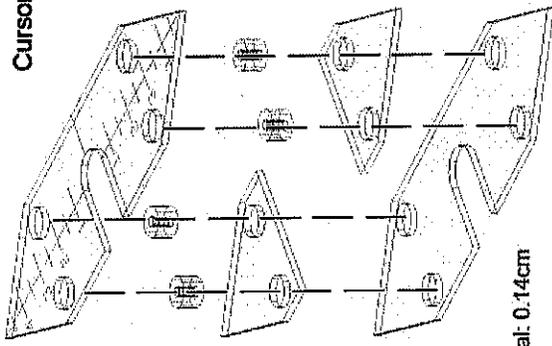
**Pivote retráctil despiece**



#	Nombre de la pieza	Cant
1	Botón de presión	1
2	Cilindro compresor 1	1
3	Contenedor cilíndrico	1
4	Resorte	1
5	Punta metálica	1
6	Cilindro compresor 2	1
7	Tapa inferior	1



**Cursor despiece y armado**



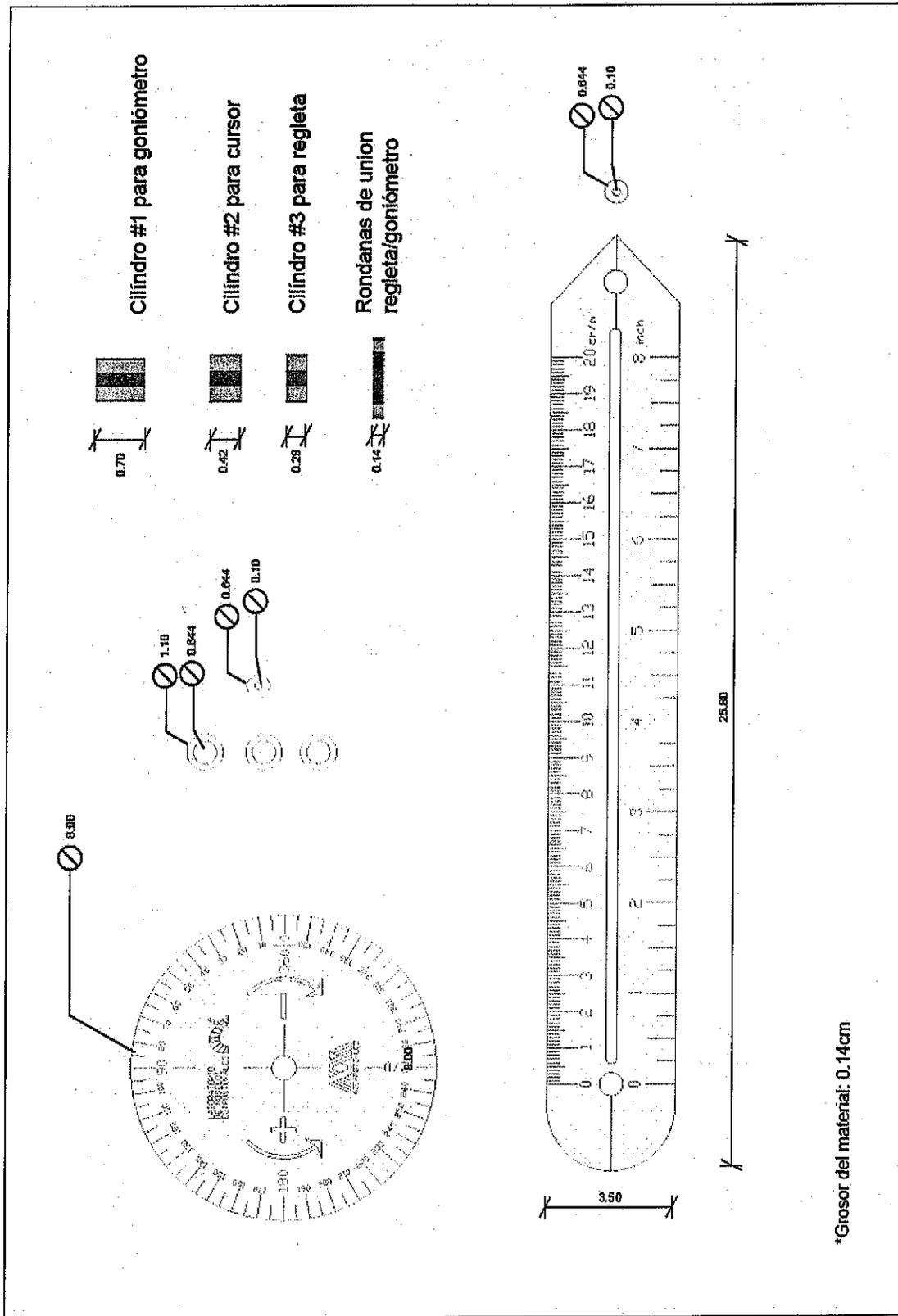
\*Grosor del material: 0.14cm



**Pivote retráctil armado**

<b>PROCESOS</b> LABORATORIO DE MODELOS ESTRUCTURALES C/Alfonso de Ercilla s/n 28014 Madrid, España	DISEÑO: Carlos G. Malo Flores DIBUJO: Ricardo R. Jiménez G. REVISÓ: Antonio Abad Sánchez APROBÓ: Carlos H. Moreno Tamayo	TÍTULO: <b>CURSOS / PIVOTE RETRACTIL</b> Dispositivo para determinar momentos	FECHA: 03-diciembre-2018 ACOTACIÓN: centímetros ESCALA: s/c HOJA: 03 de 04
	RUTA: Laboratorio de Modelos Estructurales / Archivos 2B16		





<b>PROCESOS</b> <small>Tratamiento de Modelos</small> <b>DE MODELOS</b> <b>ESTRUCTURALES</b>		<b>DISEÑO:</b> Carlos G. Malo Flores <b>DIBUJO:</b> Ricardo R. Jiménez G. <b>REVISÓ:</b> Antonio Abad Sánchez <b>APROBÓ:</b> Carlos H. Moreno Tamayo	<b>TÍTULO:</b> <b>REGLETA / GONIÓMETRO</b> <b>Dispositivo para determinar momentos</b>	<b>FECHA:</b> 03-diciembre-2018 <b>ACOTACIÓN:</b> centímetros <b>ESCALA:</b> 9/6 <b>HOJA:</b> 04 de 04
		<b>RUTA:</b> Laboratorio de Modelos Estructurales / Archivos 2018		

3.5.4. Memoria fotográfica

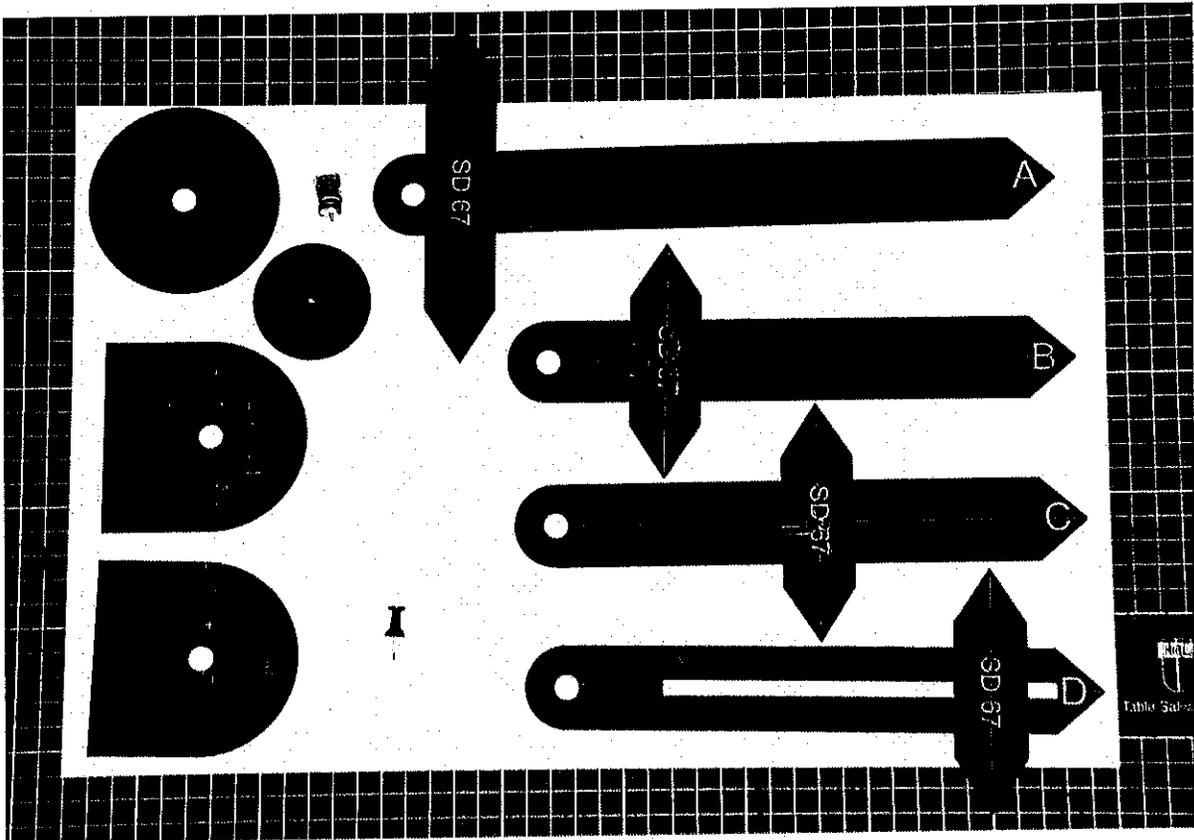


Imagen 1. Primeras pruebas del Aparato SD-67, elaboradas con papel ilustración negro.

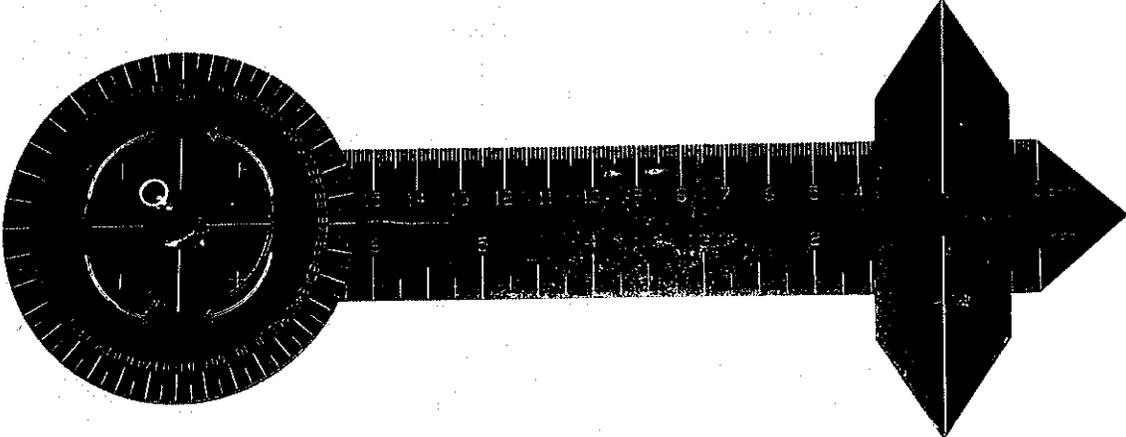


Imagen 2. Primer aparato de prueba, elaborado con papel ilustración negro 2mm.

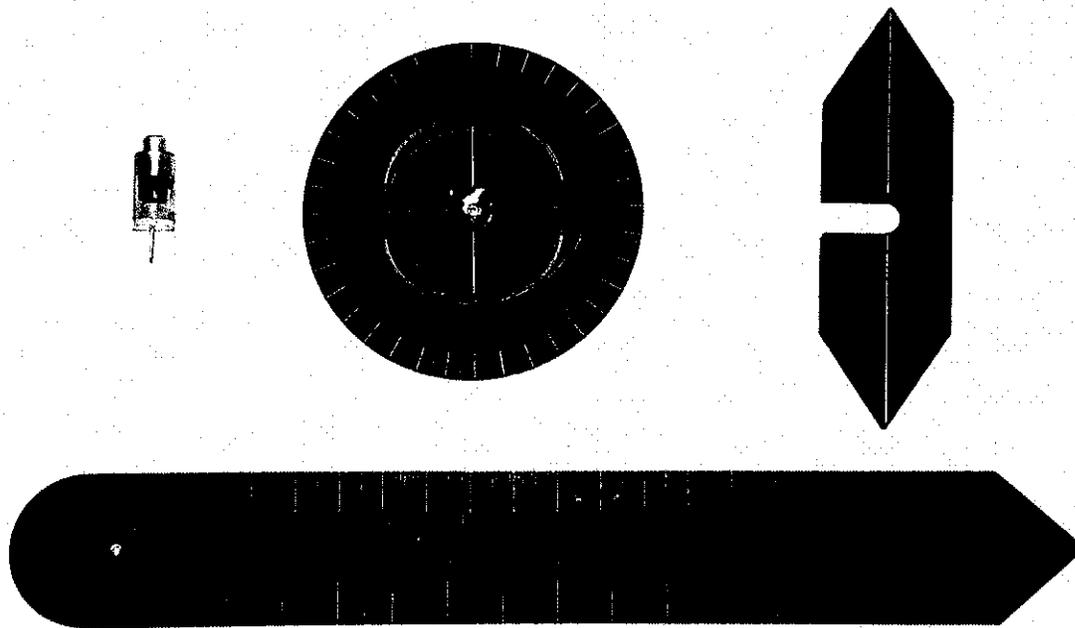


Imagen 3. Los componentes del modelo de prueba del Aparato SD-67.

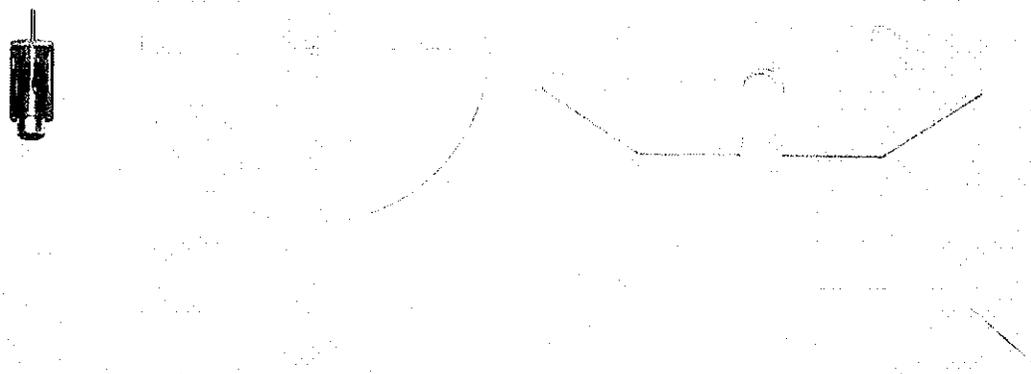


Imagen 4. Prueba del modelo en material transparente (PET) de 3mm para ver si cumple con su función.

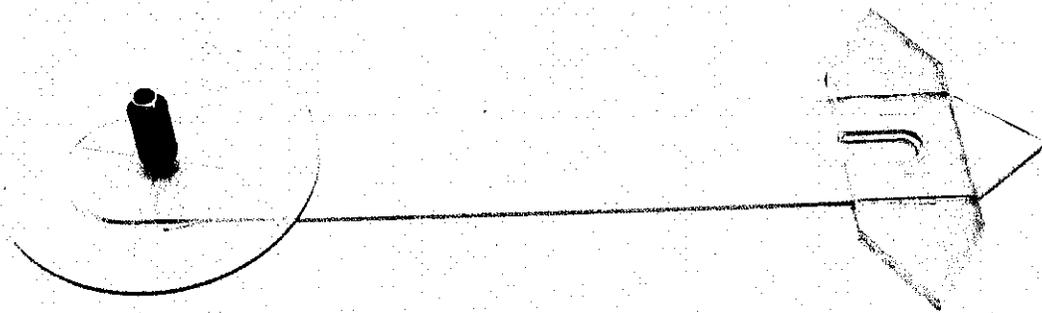


Imagen 5. Segunda prueba de material. Elaborado con PET de 3mm.

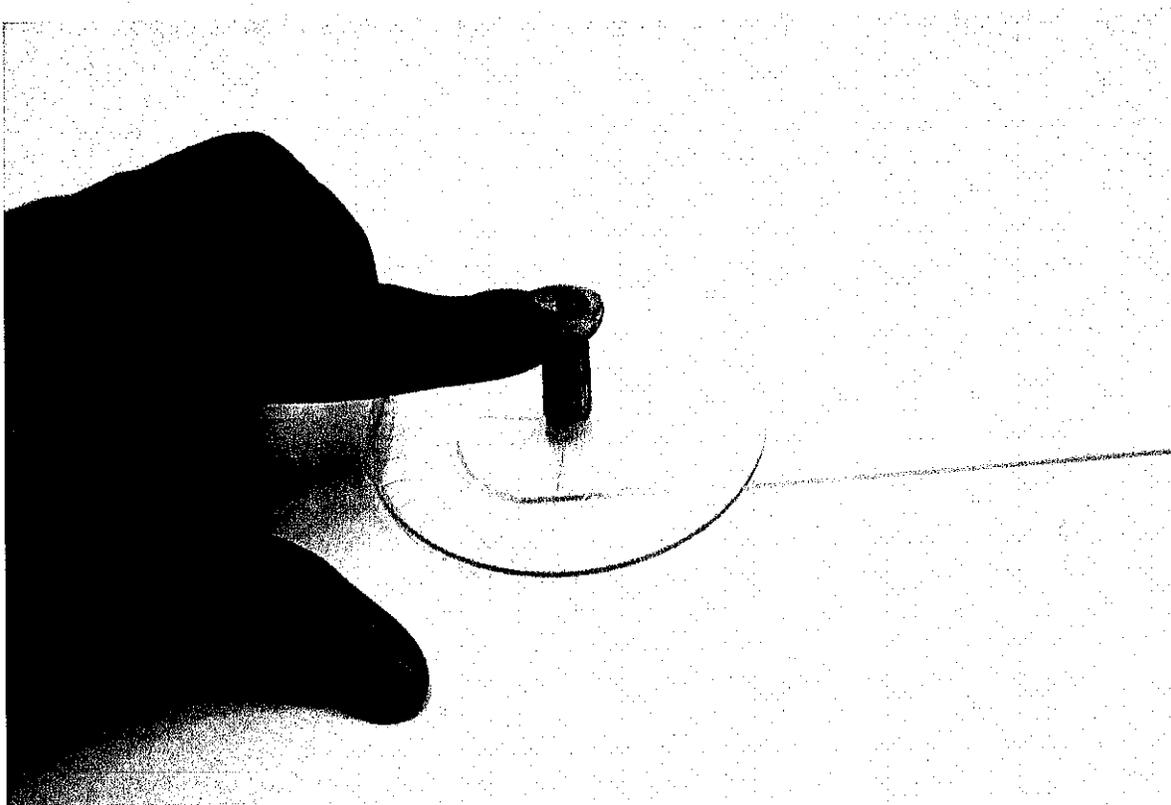


Imagen 6. Presión del dispositivo central "pivote retráctil" para ver si cumple su función.

#### **4. Relación y descripción de actividades y resultados de cada uno de los participantes.**

**Interacción entre los integrantes del grupo de trabajo para lograr los objetivos del proyecto.**

- El grupo de trabajo se integra por especialidades de Arquitectura y Diseño Industrial, de modo que la interacción es multidisciplinaria
- **M. Carlos García Malo Flores.**- Estudio y propuesta del aparato SD-67 Dispositivo para determinar momentos, ya que en base a las clases impartidas de la UEA de Estática, Análisis de vigas y Resistencia de Materiales, se estudió el problema mediante la formulación y análisis de ejercicios y propuso así junto a la Maestra Yolanda Neri Aceves la elaboración de dicho prototipo.
- **M. en C. Antonio Abad Sánchez.**- Cuya responsabilidad se ha centrado en la contribución del desarrollo de accesorios complementarios del Aparato SD-67 y detalles finales.
- **M. en D. Yolanda Neri Aceves.**- Aplicación del modelo en la UEA Matemáticas y Física Aplicadas I dentro del aula de clases.
- **Ricardo Raúl Jiménez García,** Ayudante "A" del Laboratorio de Modelos Estructurales, quien se ha encargado del diseño del prototipo en distintos materiales, la elaboración de las piezas que lo conforman, así como el dimensionamiento de los componentes. Elaboración de la documentación final del proyecto, todo ello bajo la supervisión de los integrantes del grupo de trabajo.
- **M. en Arq. Carlos H. Moreno Tamayo.**- Organización, dirección y control del proyecto. Gestión académico-administrativa, programación, conducción y supervisión del grupo de trabajo.
- La coordinación en la planeación y articulación de actividades se ha realizado en reuniones periódicas en el Seminario Permanente del Laboratorio de Modelos Estructurales promediando una frecuencia de cuatro sesiones por mes.

#### **5. Relación con la docencia, la preservación y la difusión de la cultura del Proyecto de Investigación concluido.**

**Difundir los resultados. Participación en eventos relacionados con el tema estructural y didáctico para la exposición de resultados y vinculación con proyectos de otras Instituciones de Enseñanza Superior.**

En términos de docencia, el proyecto, por su bajo costo y fácil manufactura, es posible reproducirlo N número de veces, para que los alumnos puedan contar con un prototipo individual y puedan llevar a cabo prácticas en la clase, resolviendo así con mayor facilidad y mejor comprensión los problemas planteados.

Dicho aparato será empleado principalmente en la UEA de Estática (Análisis de Vigas y Resistencia de los materiales), para formar a los alumnos en la materia y así facilitar la determinación de la magnitud de diferentes momentos, como parte de la solución de problemas o ejercicios relacionados con esos temas.

## **6. Aportaciones al campo de conocimiento**

- La incorporación del Aparato SD-67 a las sesiones de prácticas de las UEAs correspondientes, hará posible atender las particularidades de este tema a un costo reducido.
- Entre otros temas de la Estática el concepto del momento de una fuerza se aplica en el análisis de las armaduras isostáticas, el arco de tres articulaciones y los muros de contención.
- En lo que se refiere al análisis de vigas isostáticas e hiperestáticas, el concepto es empleado para determinar los momentos flexionantes en diferentes puntos de la longitud.
- En materia de Resistencia de Materiales y de Diseño estructural se emplea para obtener la resistencia de las secciones de concreto armado, de acero y de madera.

## **7. Coherencia entre metas, objetivos y resultados finales**

La metodología adoptada implica que los proyectos de investigación se desarrollen en tiempos relativamente breves cuyos resultados, en la mayoría de los casos se identifican sin problema con los objetivos y metas planteados, especialmente porque los materiales, dispositivos de operación y mecanismos implementados por el equipo de diseño industrial son sometidos al análisis del grupo de trabajo del Laboratorio que en sesiones colegiadas revisa y somete a prueba los modelos preliminares (funcionales) antes de aprobar en definitiva su fabricación y operación. Con ello se garantiza la respuesta a las necesidades planteadas en el análisis curricular correspondiente.

## **8. Trascendencia social**

El programa del Laboratorio de Modelos Estructurales está dirigido a la atención de ciertos aspectos de la problemática docente en el campo de referencia, enriqueciendo y facilitando los procesos educativos. Son los alumnos y profesores de nuestra institución, en primera instancia, los beneficiarios del programa, condición que no es limitativa ya que la difusión de resultados ha llevado a captar el interés de otras instituciones, logrando en el transcurso de los años numerosas participaciones en eventos académicos y profesionales de relevancia, tales como congresos nacionales e internacionales así como la suscripción de convenios específicos en los cuales se ha logrado desarrollar prototipos para otras Universidades.

## **9. Conclusiones**

La propuesta y desarrollo de proyectos de investigación de corta duración permite arribar a resultados concretos y fácilmente verificables cuya aplicación se vuelve inmediata por su correspondencia con nichos académicos perfectamente identificados.

El género de productos académicos que se proponen implica la participación multidisciplinaria de diversos campos del diseño como lo corrobora la participación activa de profesores investigadores de Diseño Industrial y Arquitectura.

## BIBLIOGRAFÍA

BOREIS. A.P. Schmidt, R.J. Estática. Thomson Learning.2001.

BEER. Ferdinand. Estática. Ed McGraw-Hill. México, 1998. ISBN 978-84-7585-788-6

CASTILLO. José Luis. Estática para ingenieros y arquitectos. Ed Trillas. Primera edición 2006. ISBN 9789682474361

CARMONA, Mario de Jesús. Estática en Arquitectura. Ed. Trillas. S.A. de C.V. primera edición 1985. ISBN 968-24-1686-8

GARCÍA MALO. Carlos. Conceptos fundamentales de la estática. Colección Procesos y técnicas de Realización. Número 80. México. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.

GARCÍA MALO. Carlos. Estática en las estructuras arquitectónicas. Colección Procesos y técnicas de Realización. Número 79. México. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.

ROSENTHAL, Werner. La Estructura. Editorial Blume. S.A 1977 Barcelona. ISBN 9788470312205