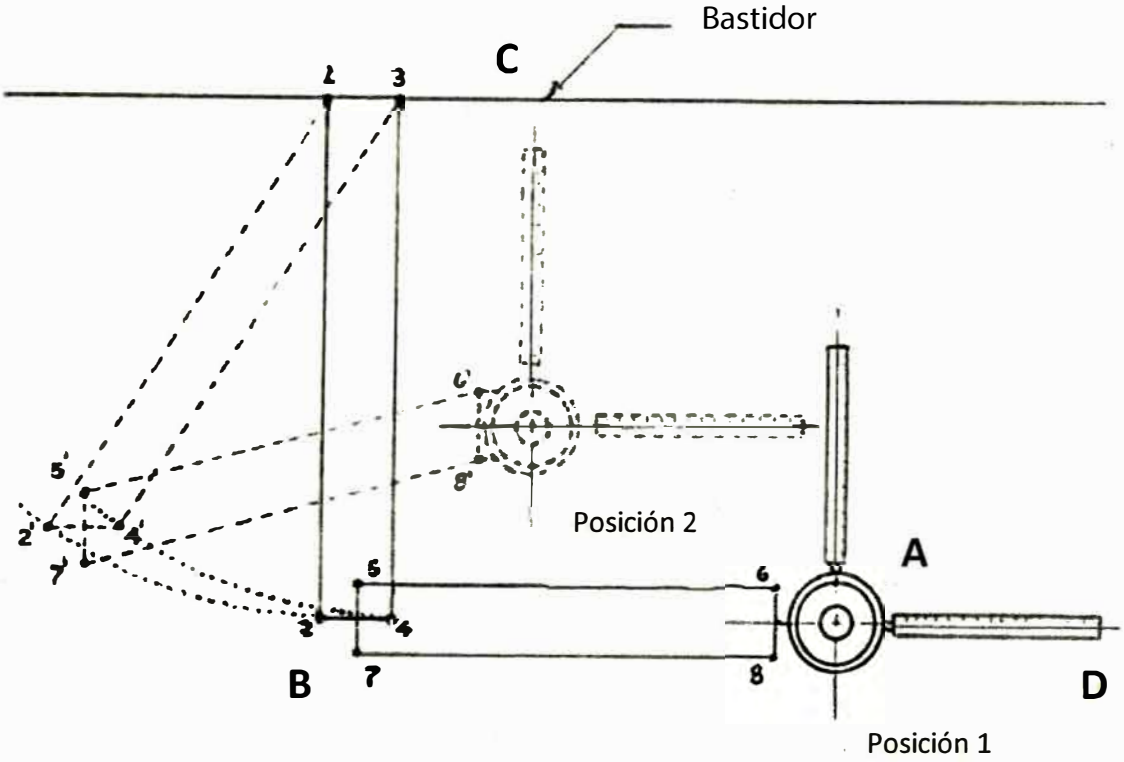
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Programa Académico de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Tesis para optar el título de Bachiller en Ingeniería Mecánica :

Diseño de un Tecnígrafo para Pizarrón



Autor :

Manuel Humberto Luque Casanave
Código UNI 660008J
Promoción 1971

Enero 1972
Lima. Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Programa Académico de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

1.- TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE :

"Bachiller en Ingeniería Mecánica"

2.- TITULO :

"DISEÑO DE UN TECNIGRAFO PARA PIZARRON"

3.- AUTOR:

Manuel Humberto Luque Casanave.

Código: 660008 J

Promoción : 1971.

4.- FECHA : Enero de 1972.

A MIS PADRES .

DISEÑO DE UN TECNIGRAFO PARA PIZARRON

1.- INTRODUCCION

2.- TIPOS DE TECNIGRAFO Y PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

3.- PARTES Y MECANISMOS.

4.- ESTUDIO DEL PROBLEMA DE APLICACION DE UN TECNIGRAFO A LOS PIZARRONES DE LAS AULAS DE CLASE.

5.- PLANOS DE CONSTRUCCION Y ENSABLE DEL TECNIGRAFO.

.- CONCLUSIONES

.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Manuel Humberto Luque Casanave

xxxxxxxxxxxxxx

RESUMEN DEL TRABAJO

En la introducción del trabajo especificamos las condiciones general del trabajo, especificando el motivo y utilidad del diseño.

En el texto propio del trabajo, empezamos por referirnos a las variedades de tecnígrafos existentes y acto seguido nos encaminamos por el modelo que creemos por más conveniente.

Para diseñar este tecnígrafo tuvimos que conjugar ciertas aspectos propios de un diseño de esta naturaleza: tales como el de su facitibilidad técnica, facilidad de construcción y adaptabilidad a los pizarrones de la UNI. Todo lo cual suponía un diseño especial de tecnígrafo.

Dadas las medidas del pizarrón, el diseño tenía que considerar el hecho de que el tecnígrafo debía usarse en cualquier punto del pizarrón. Para cumplir con ello, ideamos un mecanismo de carro-riel, en las medidas y condiciones especiales de este pizarrón.

El principio básico del mecanismo es que sobre el carro-riel (viga de metal que se coloca en la parte superior de la pizarra) se mueve el carro portador del tecnígrafo o estructura vertical. En esta estructura vertical a su vez existe otro movimiento relativo, el de un elemento que corre en esta estructura y que es portador del sistema goniométrico -

reglas .

Después de efectuar el dimensionamiento general determinamos aproximadamente el peso de la estructura que se moviliza sobre el riel y con ello se pudo diseñar las ruedas, determinar el diseño del contrapeso, y su guía, la ubicación del goniómetro con relación a su estructura vertical, el diseño de éste y su mecanismo con aproximación de 5° .

A continuación se ha diseñado los mecanismos de bloqueo y frenado del aparato para una posición dada. La ubicación de los topes en la viga carrilera que se empotra a la pizarra, estos topes limitan el movimiento del carro portador del tecnígrafo.

Es en esta secuencia que se ha diseñado cada una de las piezas del aparato primando en ellos el criterio técnico.

Como una ilustración del desarrollo general del proyecto se adjuntan los planos generales del tecnígrafo, tales como el general de instalación, un plano de despieze y los planos de ensamble.

Finalmente aparecen las conclusiones y las referencias bibliográficas.

OBJETIVO DEL TRABAJO

Efectuar un estudio de aplicación de un tecnígrafo a los pizarrones de las aulas de clase, cuya funcionalidad y costo reducido lo hagan factible de utilizar convenientemente.

xxxxxxxxxxxx

1.0.0 INTRODUCCION

El notable impulso alcanzado por la Ingeniería moderna, concede una enorme importancia al proyecto y diseño de nuevos mecanismos y maquinarias; este impulso ha alcanzado también a las actividades docentes de la propia ingeniería, la cual para su precisión necesita de instrumentos igualmente precisos.

Me ha guiado entonces la intención de desarrollar en el presente trabajo, el diseño y proyecto de un TECNIGRAFO que reuna importantes condiciones de manuabilidad (facilidad en su manejo y menor tiempo en el traslado de un lugar a otro) fabricación sencilla y bajo costo.

el TECNIGRAFO justifica su utilidad en la enseñanza moderna de la Ingeniería por cuanto permite realizar el trazado de figuras con precisión y proporción debidas. Con esto se evita el hacer dibujos y gráficos distorsionados, de modo que el alumno no se lleve un concepto errado de un determinado tópico que es materia de explicación en el pizarrón.

Empezamos el estudio con la mención de los diversos mecanismos existentes, de los cuales, por razones de limitaciones de espacio, se ha procurado exponer los fundamentos de cada procedimiento y de las máquinas empleadas en su aplicación de manera concreta y ágil; acompañando las des

cripciones con esquemas de principio; aunque no hemos vacilado en reproducir grabados de mecanismos ya existentes, cuando lo hemos considerado necesario para mejor información. En ello, he tratado al máximo de basarme en análisis científicos de cada cuestión, procurando exponer las limitaciones y contradicciones de las mismas.

Seguidamente se hace un estudio de las posibilidades técnicas y conveniente a la aplicación de un TECNIGRAFO a los pizarrones de las aulas de clase, para elaborar en base a este estudio el diseño más adecuado.

En la actualidad hay un cambio decidido en la actitud de los proyectistas a tomar cada vez más importancia al factor economía, por las condiciones actuales de competencia. En virtud de lo cual se ha trazado de realizar un diseño que permita procedimientos de fabricación sencillos, compatibles con los que puede emplear un mediano taller de mecánica -herramientas a un costo reducido. Esta construcción debe reunir, además, las condiciones necesarias de solidez y seguridad, y, sin embargo, poseer una estructura funcional y peso reducido que lo haga de fácil manipulación.

La utilidad que el aparato pueda prestar al trazado no sólo consiste en la rápida delineación de perpendiculares y paralelas de orientación variable, sino en la pronta y simultánea anotación de longitudes acomodadas a determinadas inclinaciones. Pero es en el trazado de objetos que hayan

de proyectarse en perspectiva axonométrica, donde el aparato demuestra su gran utilidad y funcionalidad.

Como inconveniente propio de estos aparatos debe mencionarse la escasa longitud de los brazos (reglas) que no permiten el trazado de las grandes líneas que forman el encaje en conjuntos de alguna extensión.

En tales condiciones está desarrollado el proyecto y diseño de este TECNIGRAFO, que presento a consideración de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, en calidad de tesis para optar el grado de Bachiller en Ingeniería Mecánica y Eléctrica, en la espera de que ha de satisfacer las condiciones y rigor científico necesarios, pues en esa misma medida ha sido realizado.

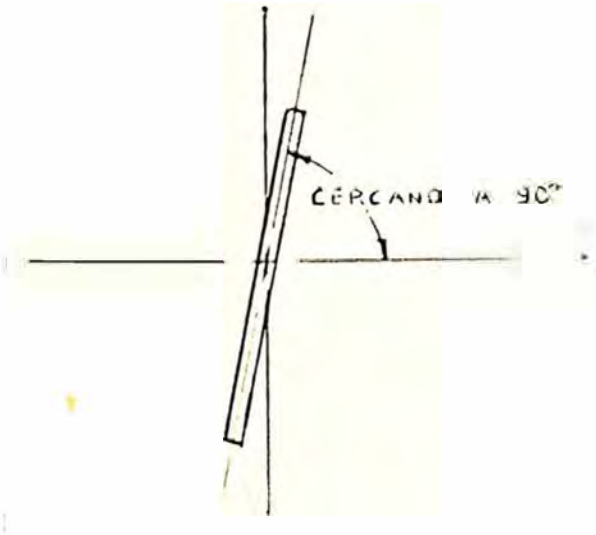
XXXXXXXXXXXXXXXXX

2.0.0 T I P O S D E T E C N I G R A F O

I.- CON MECANISMO DE BARRAS PARALELAS

1.- Con compensación por contrapeso:

USO: Es efectivo para tableros verticales e inclinados de 70° ya 90°.



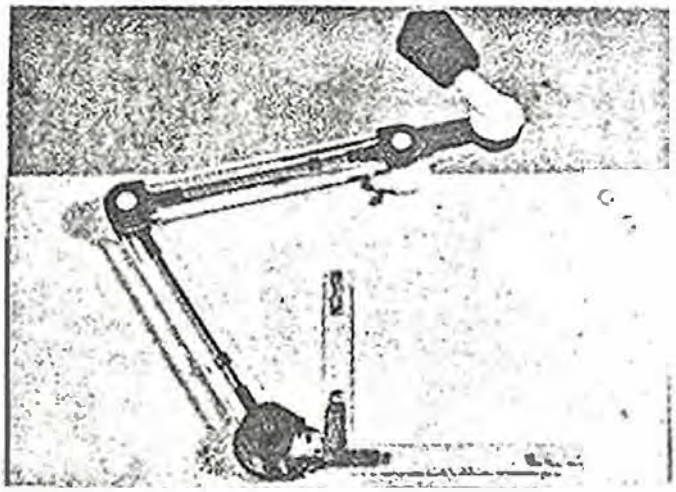
Existen 2 variedades:

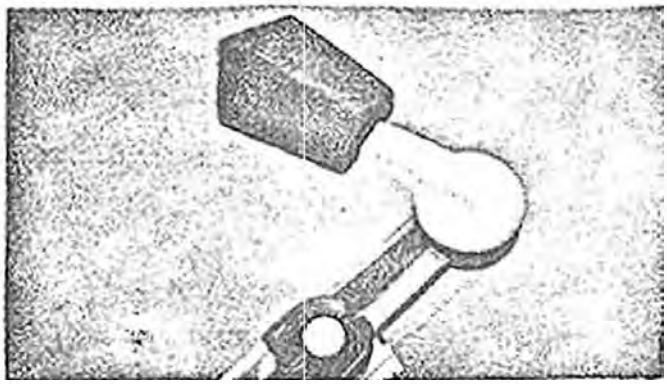
a.- Con contrapeso a lo largo:

Es el más usado actualmente.

b.- Con compensación por contrapeso volteado:

No es tan conocido como el anterior pero su uso es también grande.

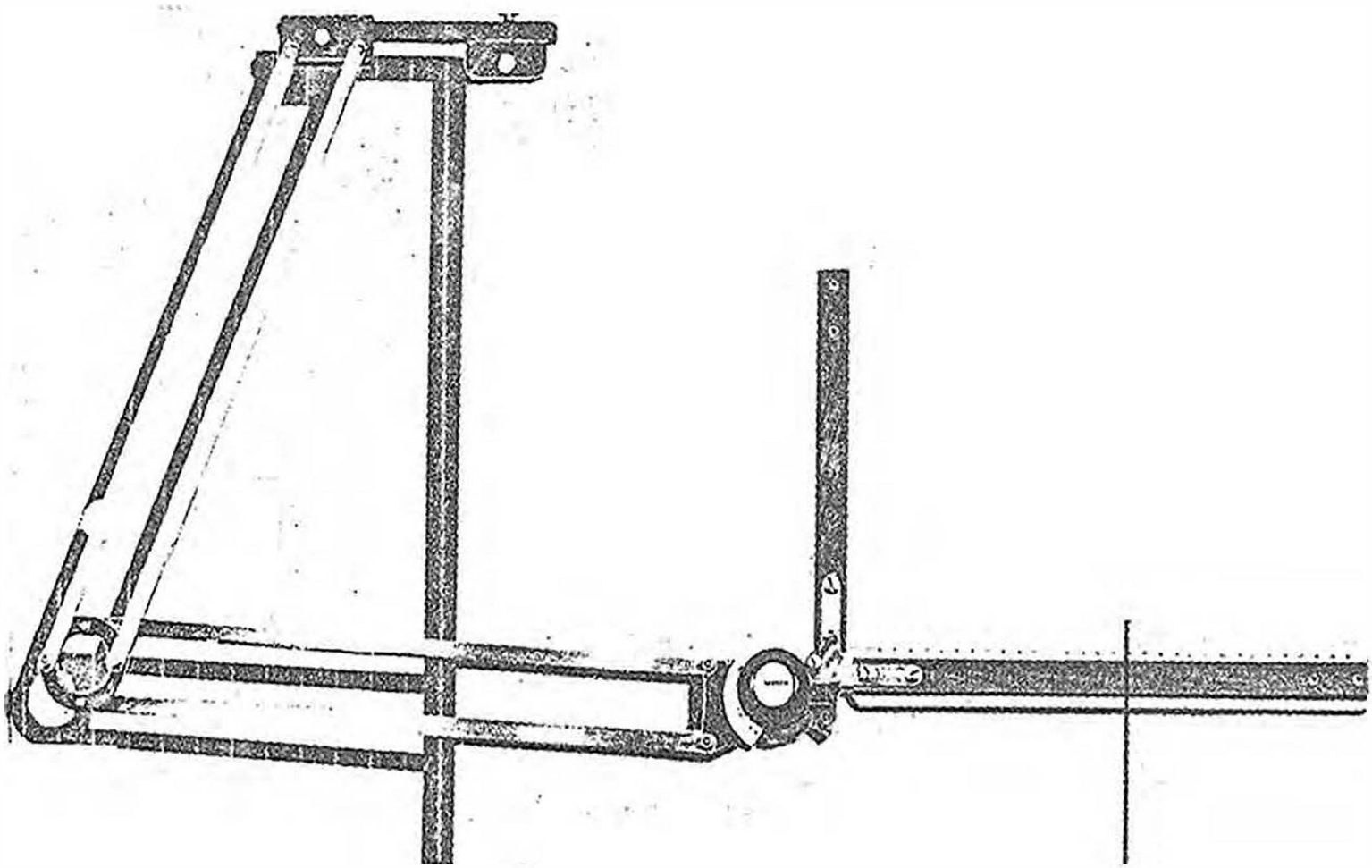




2.- Sin Contrapeso:

Se basan en un autoajuste que refuerza su estructura.

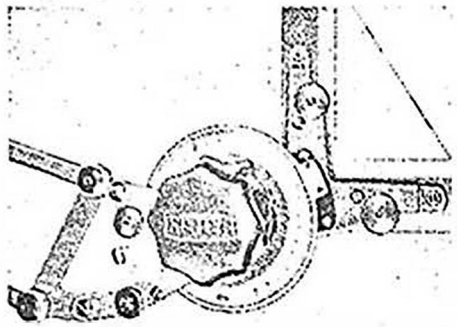
(Ver gráfico en la página siguiente)



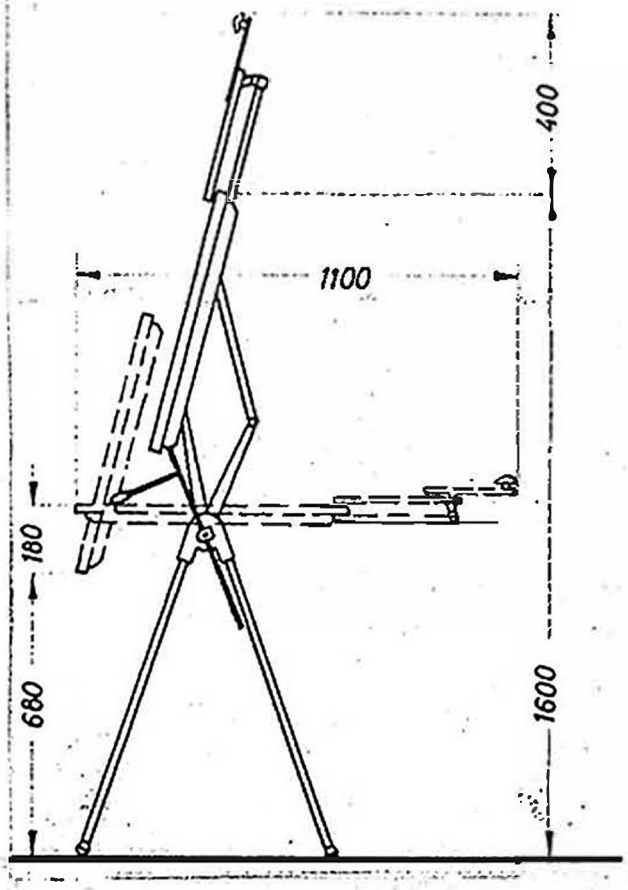
3.- Con compensación por resorte regulable.

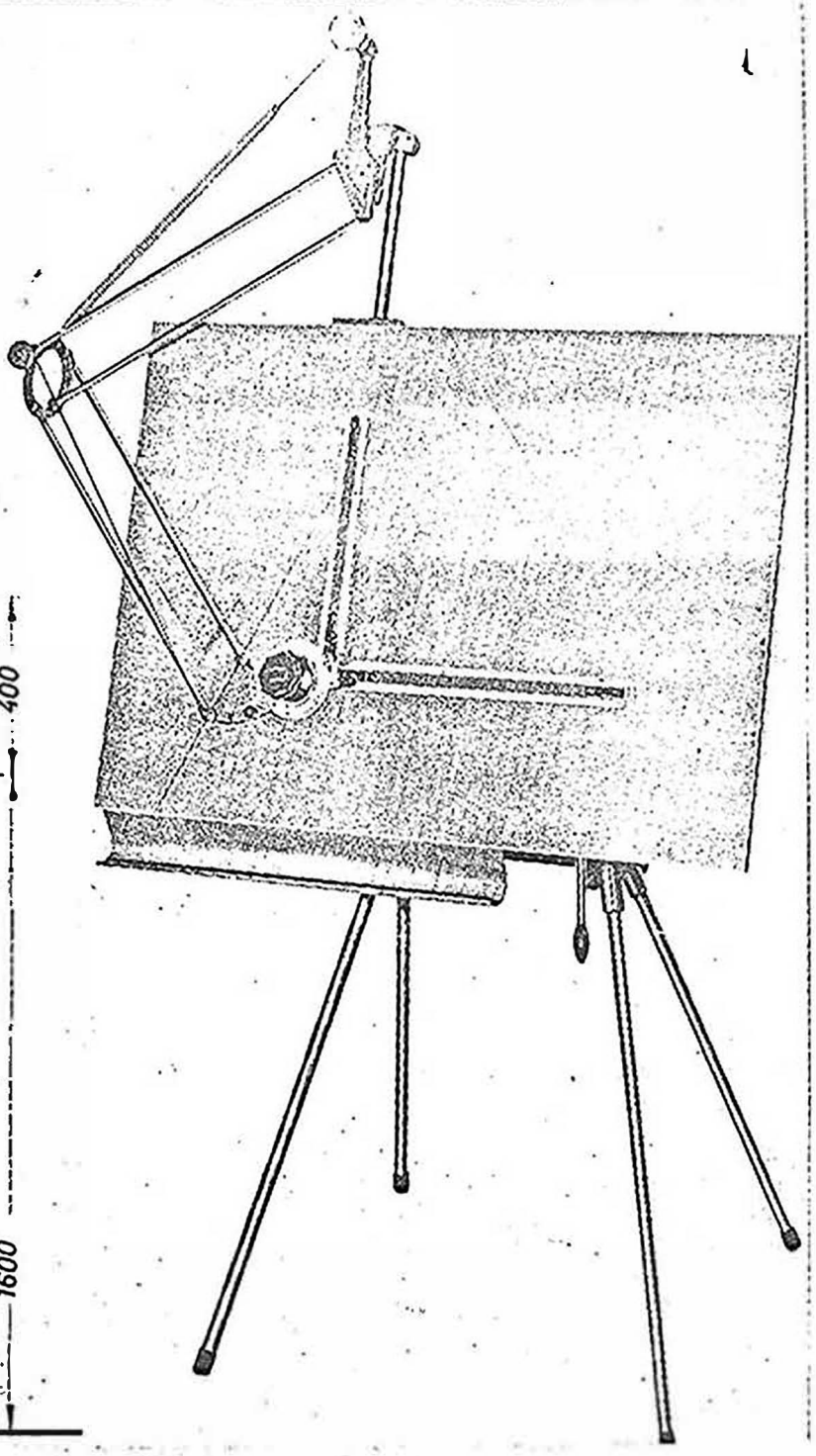
USO: Para cualquier posición del tablero; ya que para cualquier inclinación existe una regulación manual del resorte.

(Ver gráfico en la página siguiente)



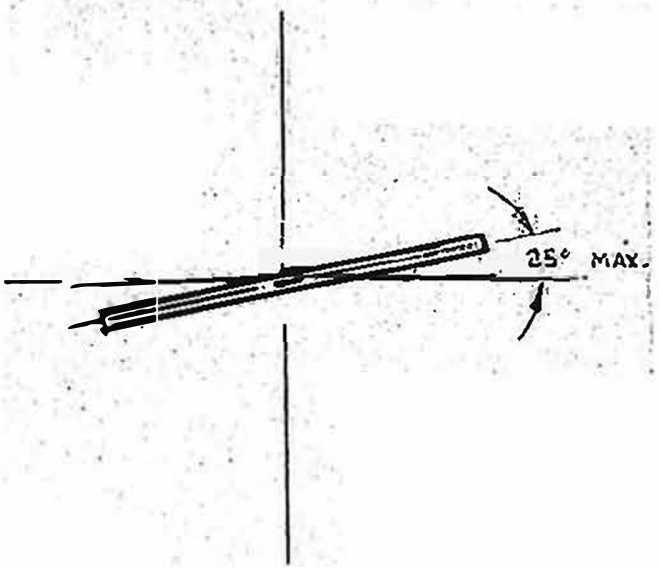
Cabezo de articulación ZK 5x7

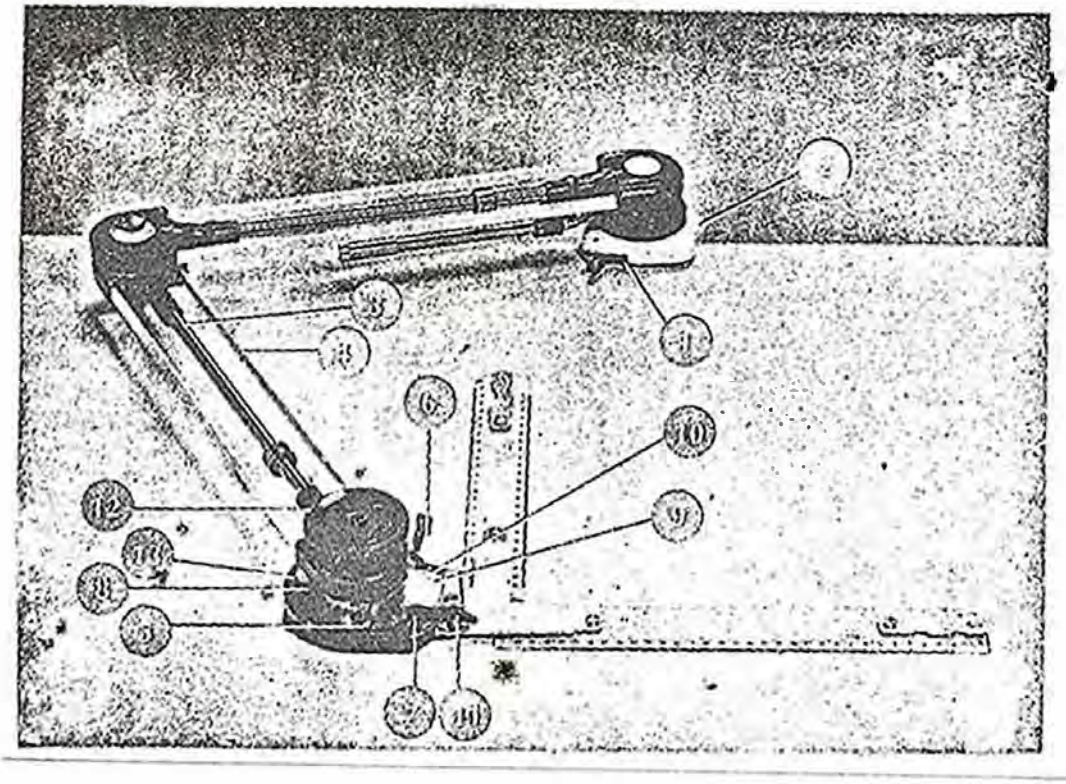




4.- Por compensación con estabilizadores de cartucho:

: Para tableros inclinados hasta 25° como máximo.

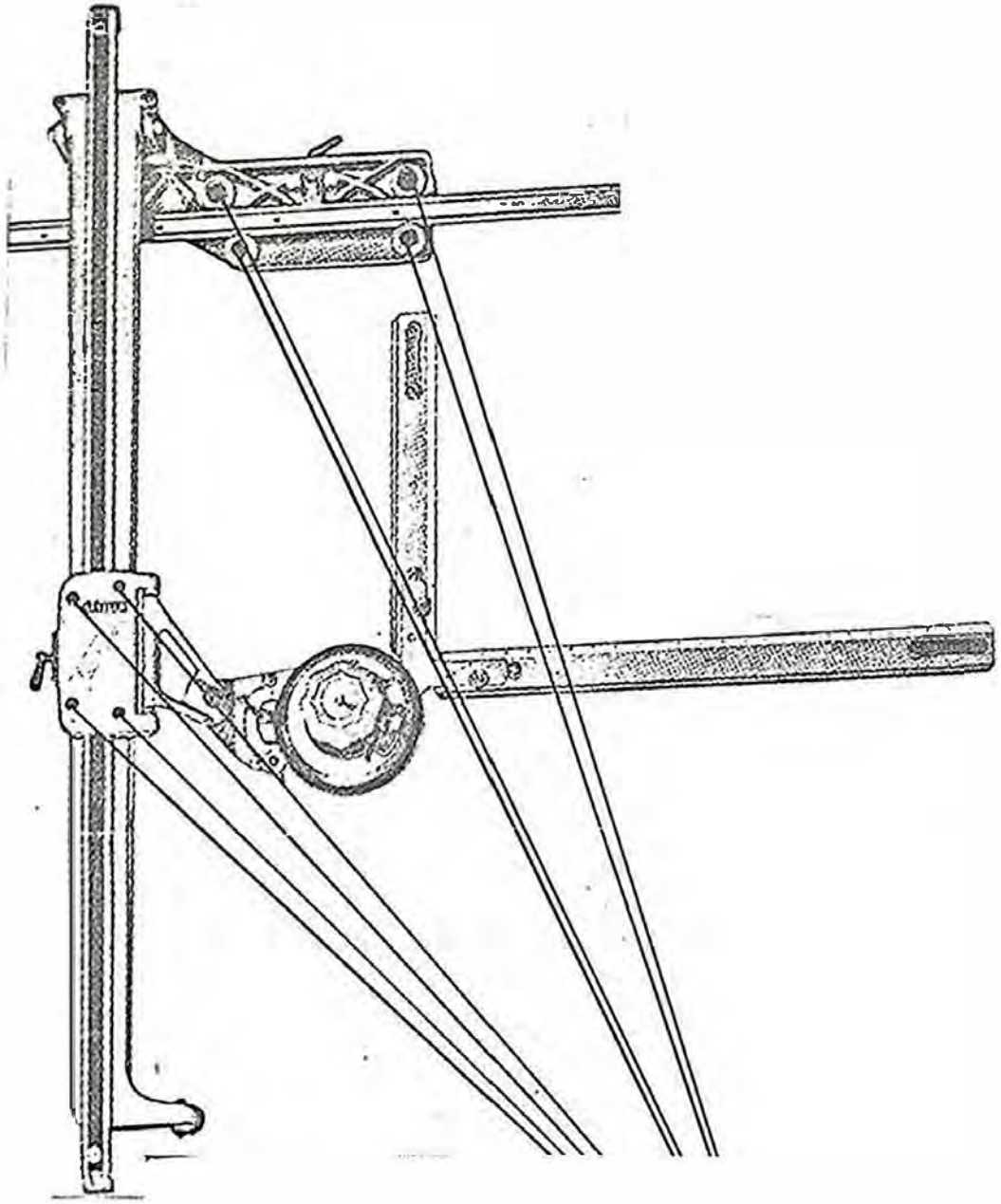




II.- CON MECANISMO DE CARRO CORREDIZO

Existe corrimientos horizontales y verticales.

USO: Para tableros de grandes superficies.



Reglas de los Tecnígrafos

Las reglas del Tecnígrafo pueden ser de madera o de alguna aleación de aluminio. Las longitudes de éstas varían, pueden ser de 12", 18" y 24" de longitud generalmente; tanto para las reglas de madera como para las de aluminio.

La intercambiabilidad y facilidad de montaje y desmontaje de las reglas es un factor importante; pero esa facilidad de montaje no debe producir variación apreciable en la perpendicularidad existente entre las reglas.

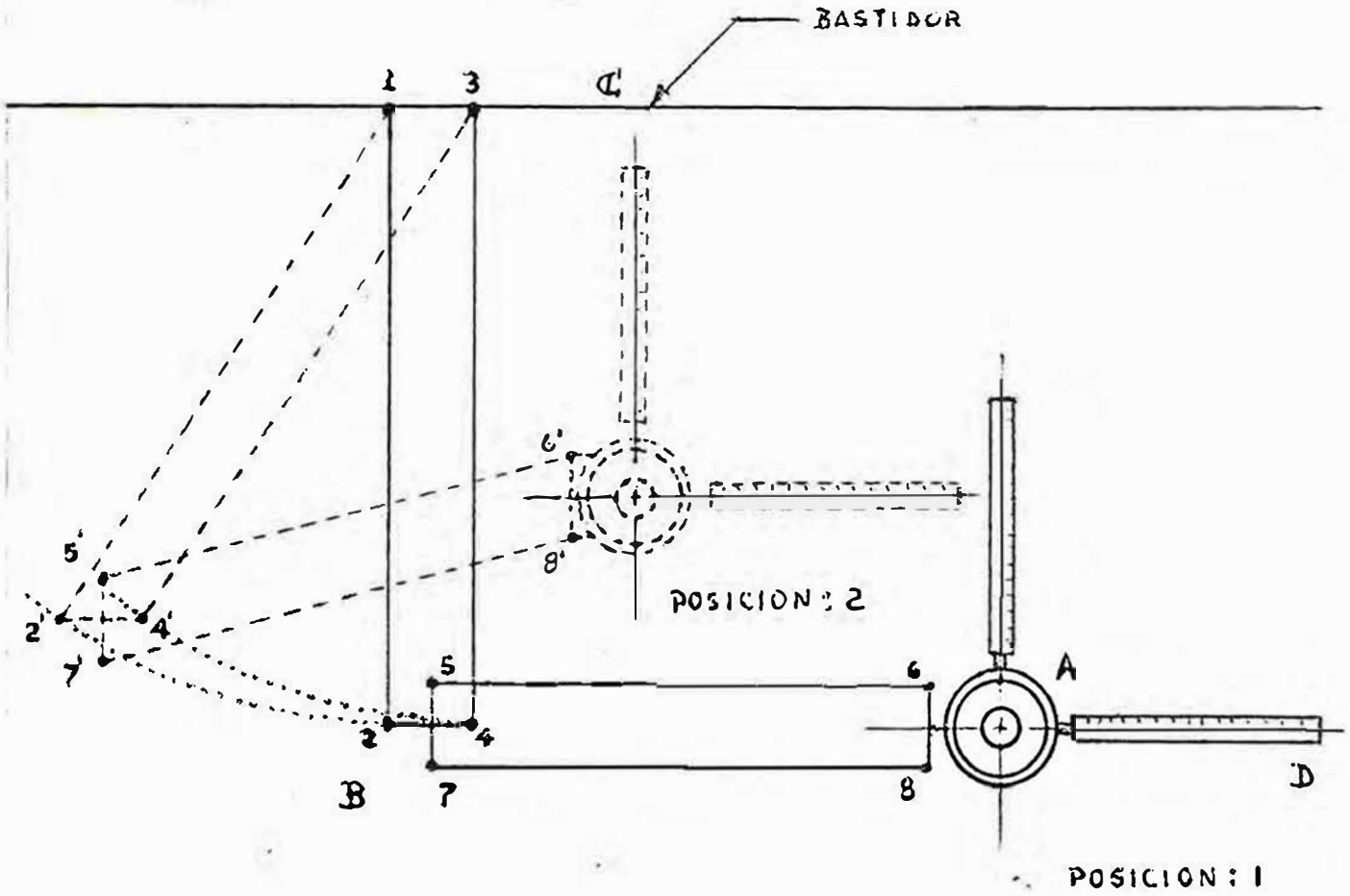
2.1.0.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL TECNIGRAFO

2.2.1.- Elementos Básicos

El mecanismo del Tecnígrafo es uno de los mecanismos más sencillos de los del tipo paralelogramo. Este mecanismo consta de 4 barras paralelas dos a dos.

Dos barras paralelas pivoteadas ambas en uno de sus extremos a un bastidor (C) y en el otro extremo pivoteadas a una cruzeta (B) u otro elemento de enlace.
Las otras dos barras paralelas también se pivotean en uno de sus extremos a la cruzeta (B) en dos pivotes independientes

de los anteriores, y en sus otros extremos se las pivotea al soporte del Goniómetro del tecnígrafo (cabezal),



POSICION INICIAL

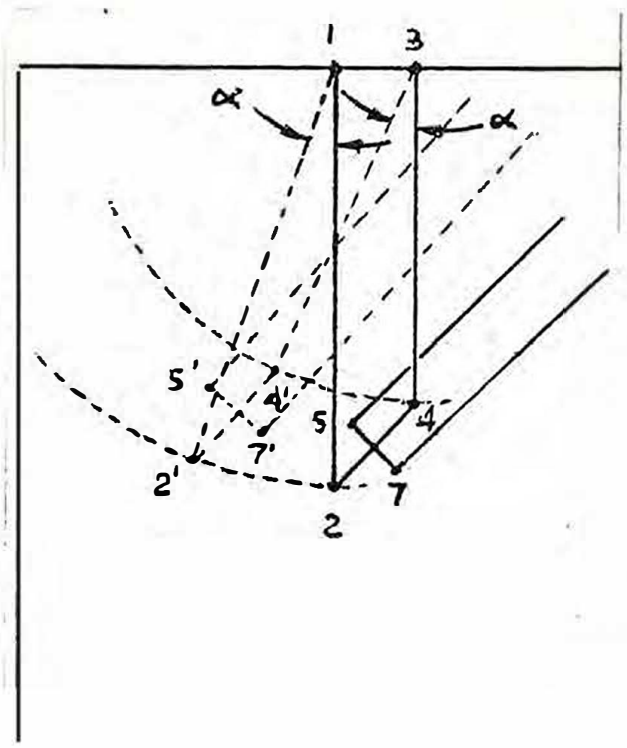
POSICION FINAL

FIGURA I a

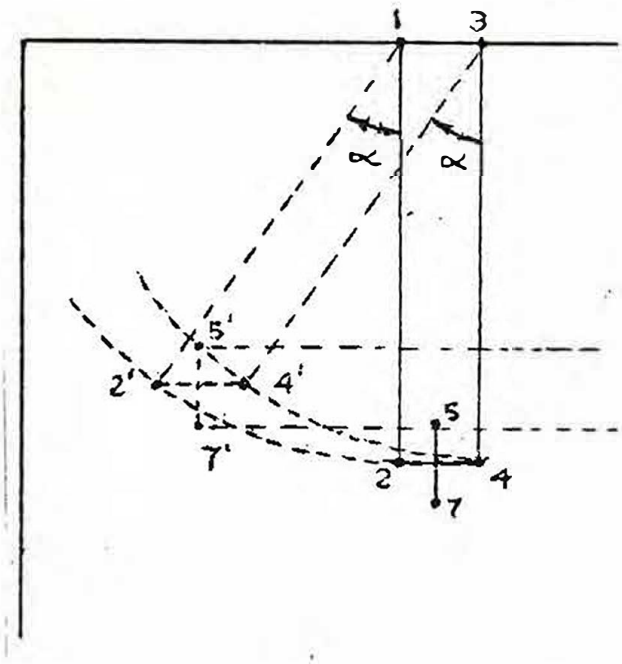
2.2.2.- ANALISIS DEL MECANISMO DEL TECNIGRAFO

La característica fundamental del mecanismo de paralelogramos para tecnígrafos es el que las barras que forman dichos paralelogramos sean de igual longitud, para que el sistema al trasladarse conserve paralelismo con respecto a la posición anterior.

Vamos a ver que es lo que ocurriría de otro modo.- Supongamos que se tiene 2 barras de longitudes diferentes 1-2 y 3-4 respectivamente girarán un mismo angulo α, en la posición final la barra 2'-4' no se va a conservar paralela a la barra 2-4, del mismo modo los puntos 5 y 7 que se encuentran en la misma cruzeta formando un solo elemento con



BARRAS DE DESIGUAL LONGITUD

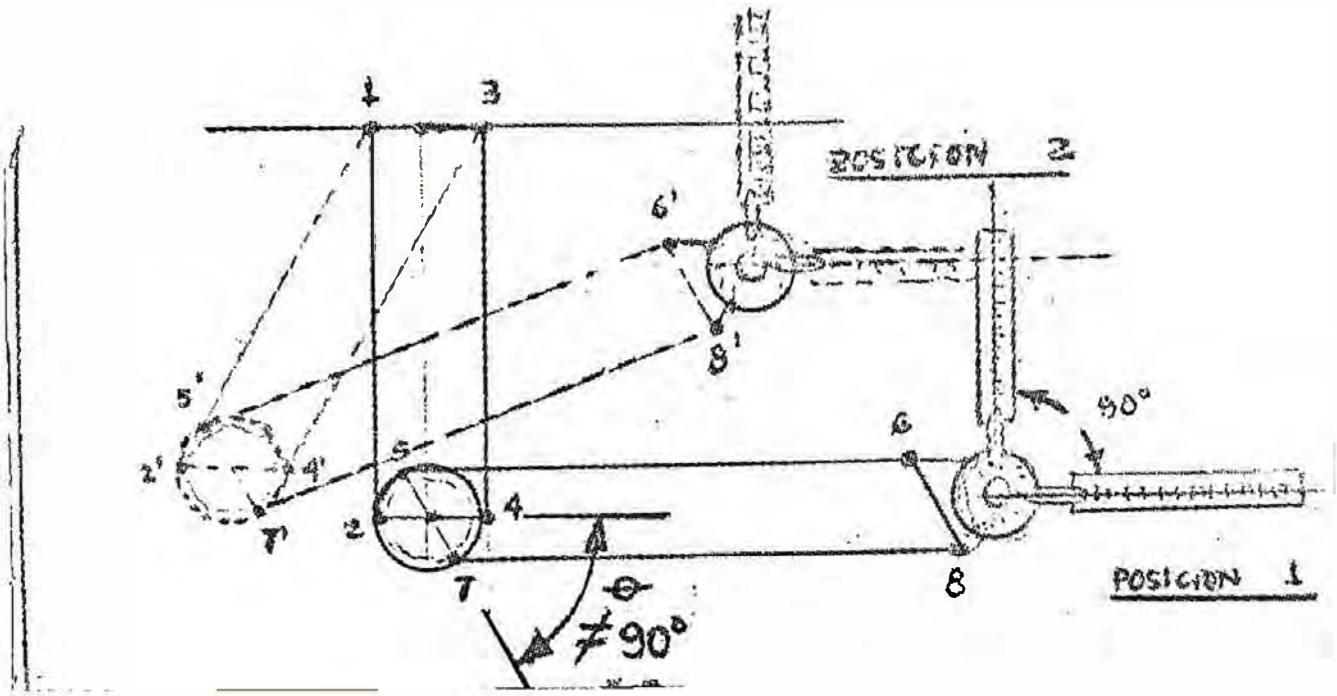


BARRAS DE IGUAL LONGITUD

los puntos 2 y 4, tampoco conservarán paralelismo y por lo mismo que son portadores de las barras donde está el siste ma goniométrico-reglas (cabezal) no habrá paralelismo con este sistema. (Ver figuras).

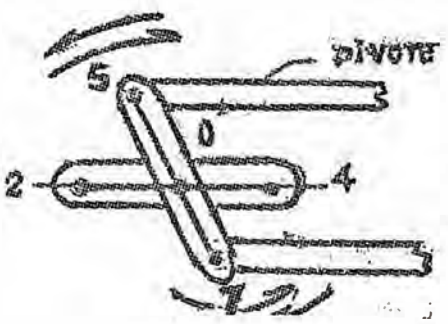
Conclusión : Cuando las barras son de igual longitud existe un paralelismo constante entre todos los elementos (barras), cualquiera que sea la posición a la cual se dispongan, puesto que dichas 4 barras forman 2 paralelogramos interconectados entre sí mediante el elemento "B" , (cruzeta 6 .anillo).

No es necesario en este mecanismo del tecnígra fo el que las rectas que unen 5 con 7 y 2 con 4 sean ortogona les, pueden formar entre sí otro ángulo pero siempre que las articulaciones de dichas barras (2-4) y (5-7) en el otro ext tremo serán paralelas a ellas.



Así en el gráfico anterior pasamos el tecnígrafo de la posición 1 a la posición 2, formamos las rectas 5-7 y 2-4 un ángulo "θ" diferente de 90°, y también ser conserva el paralelismo del sistema, puesto que por detalle de construcción necesariamente la barra 6-8 se la ha hecho paralela a la línea que une 5 con 7.

Para este tipo de mecanismo (tecnígrafos en general) no debe existir movimiento relativo entre los puntos 2,5,4, y 7 , ya que se podría pensar en el sistema siguiente:

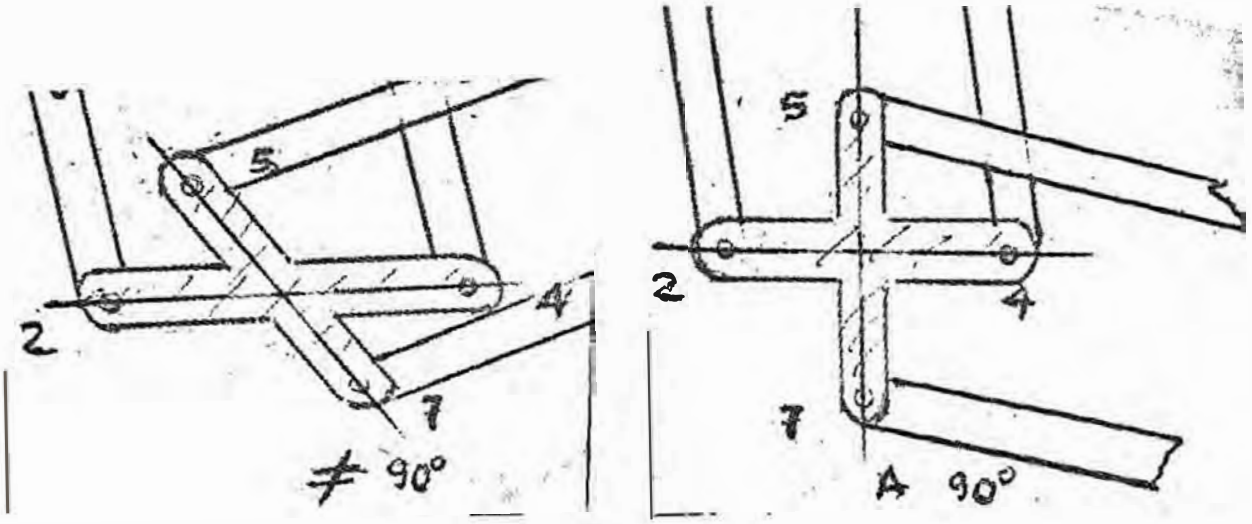


En el cual no es posible porque originaría movimientos relativos entre los puntos 2,5,4, 7, con lo que las barras 5-6 y 7-8 tendrían movimiento libre sin guardar relación alguna con la anterior posición.

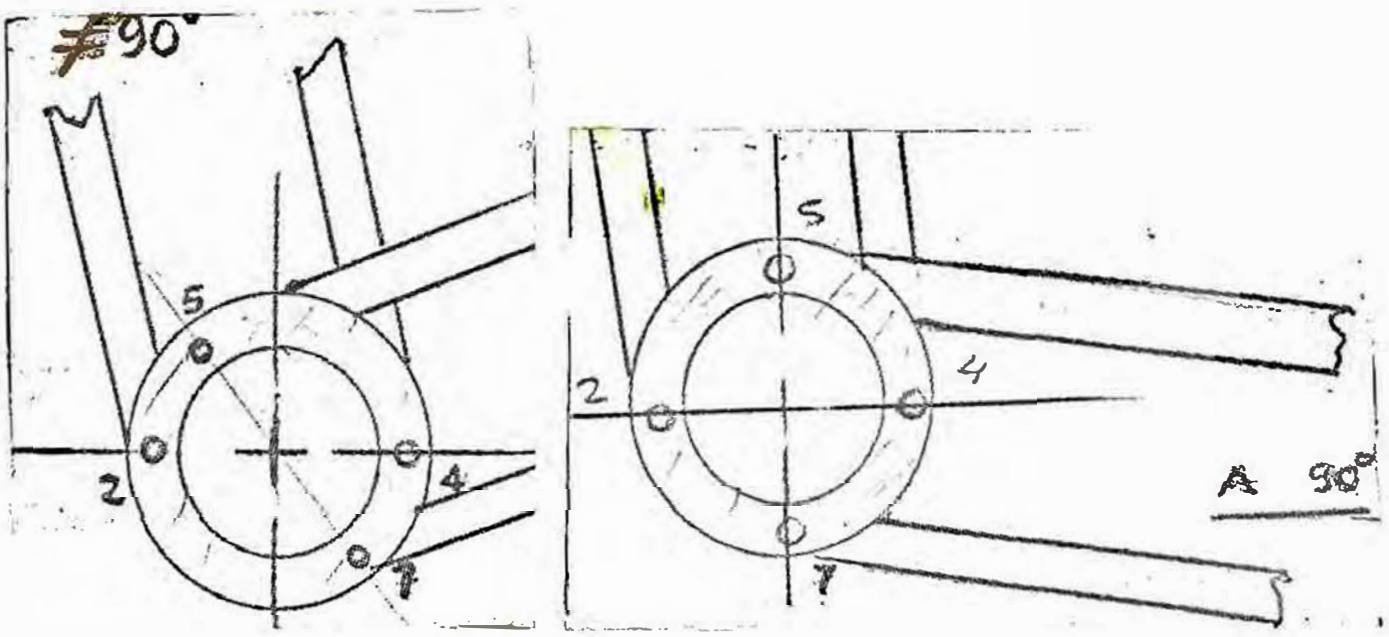
El único modo de que trabaje este sistema de tecnígrafo es con una cruzeta o anillo de una sola pieza , o sea: uniones rígidas sin pivote.

(ver hoja siguiente).

TIPOS DE ENLACE DE LOS PARALELOGRAMOS



TIPO CRUZETA



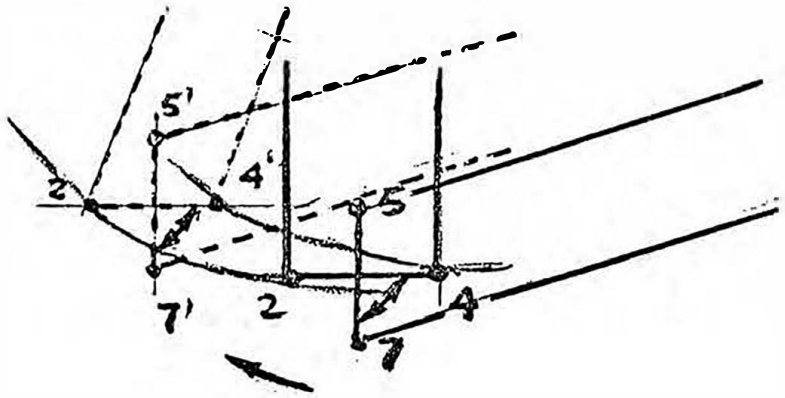
TIPO ANILLO.

Principio del Mecanismo del Tecnígrafo.

(Ver Figura Ia)

Estando el tecnígrafo en la posición 1, al trasladar el cabezal "A" a la posición 2, ha sucedido lo siguiente:

Las barras paralelas 1-2 y 3-4 que son la igual longitud han logrado un giro respecto al bastidor "C", alrededor de los puntos 1 y 3 respectivamente, colocándose en la posición 1-2' y 3-4' conservándose 2'-4' paralelo a la anterior posición 2-4, debido a que se ha originado un paralelogramo y se cumple la propiedad del paralelogramo de tener lados opuestos paralelos dos a dos, por lo cual 2'-4' es paralelo A 1-3 y ya que 1-3 (pivotes en el bastidor) era paralelo a 2-4 en la anterior posición, concluimos por transitividad que 2'-4' se conservará paralela a 2-4.- Pero la cruzeta (B) al pasar a la nueva posición llevó consigo a la recta 5-7 a su nueva ubicación 5'-7' paralela a su posición anterior, ya que no exitiendo movimiento relativo entre 5-7 y 2-4, el ángulo que formen dichas rectas se conservará y dado que 2'-4' es paralela a 2-4, se tendrá que 5'-7' será paralelo a 5-7.



Ahora en esa nueva posición del tecnígrafo, sabiendo que las barras 5-6 y 7-8 son paralelas y de igual longitud, al colocarse el paralelogramo en su ubicación 5'-6' 8'-7', se tendrá que 6'-8' es paraella a 5' - 7' y también a 5-7 y por lo tanto paralela a 6-8.- Es decir que todo el mecanismo del cabezal ha pasado a ocupar una posición pralela con respecto a la que se encontraba antes.

En el cabezal "A" existe un goniómetro que lleva 2 reglas fijas a él, y que forman entre sí un angulo constante de 90° .

El goniómetro posee un mecanismo que hace orientar las 2 reglas perpendiculares en cualquier posición.

PARTES Y MECANISMOS

(I) Tecnígrafo con mecanismo de Barras paralelas

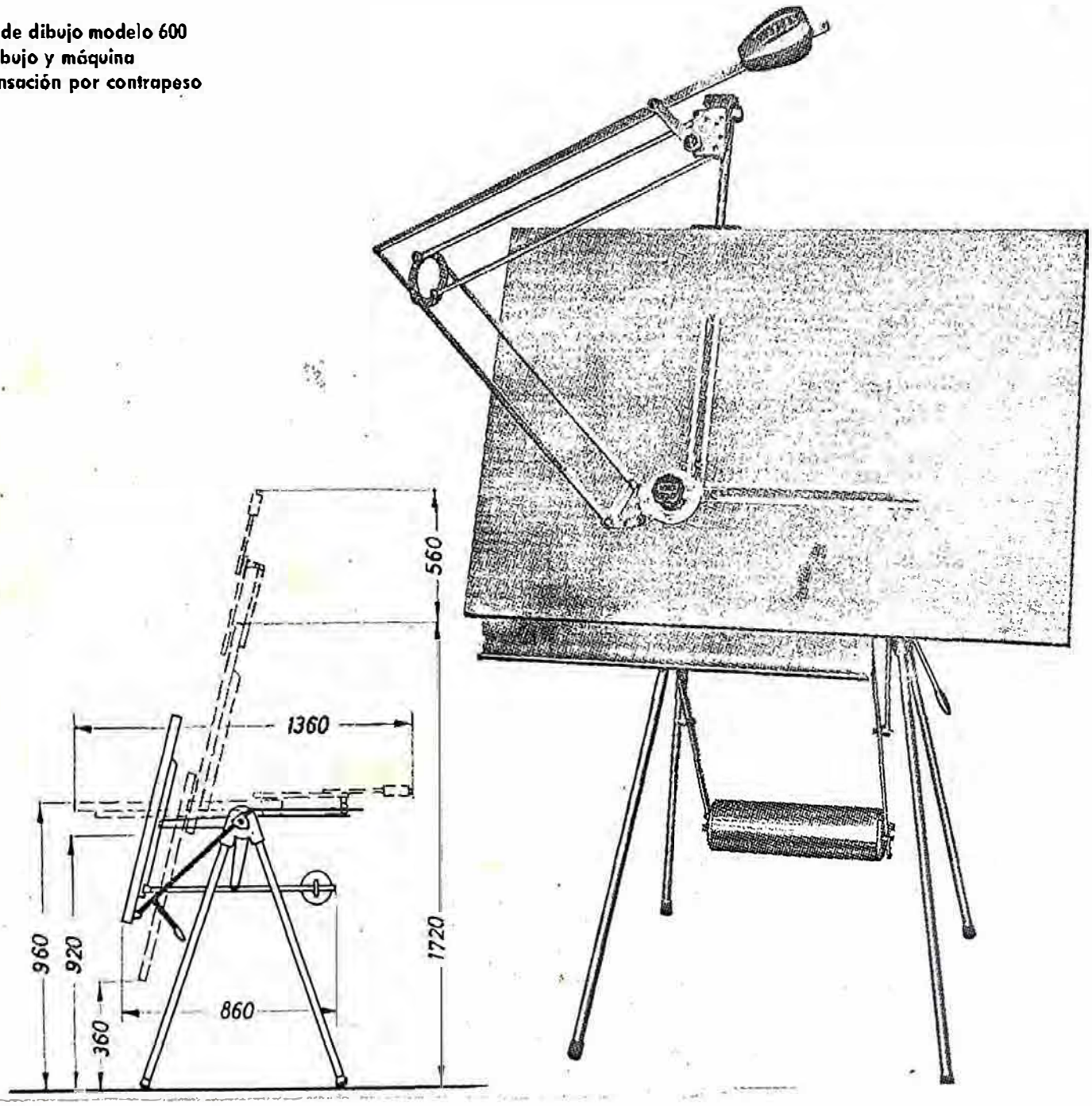
El más elemental consta de las siguientes partes:

- Bastidor. (1) Fijo al tablero de dibujo. Los extremos del primer paralelogramo van sujetos a él. Igualmente esta conectado al mecanismo de compensación.

- Varillaje en Paralelogramo (2) constituído por 2 paralelogramos, cuyos movimientos se relacionan entre si mediante un anillo metálico o una cruzeta.

- Anillo metálico o cruzeta.- Es el enlace de los 2 paralelogramos que forman el mecanismo del tecnígrafo.

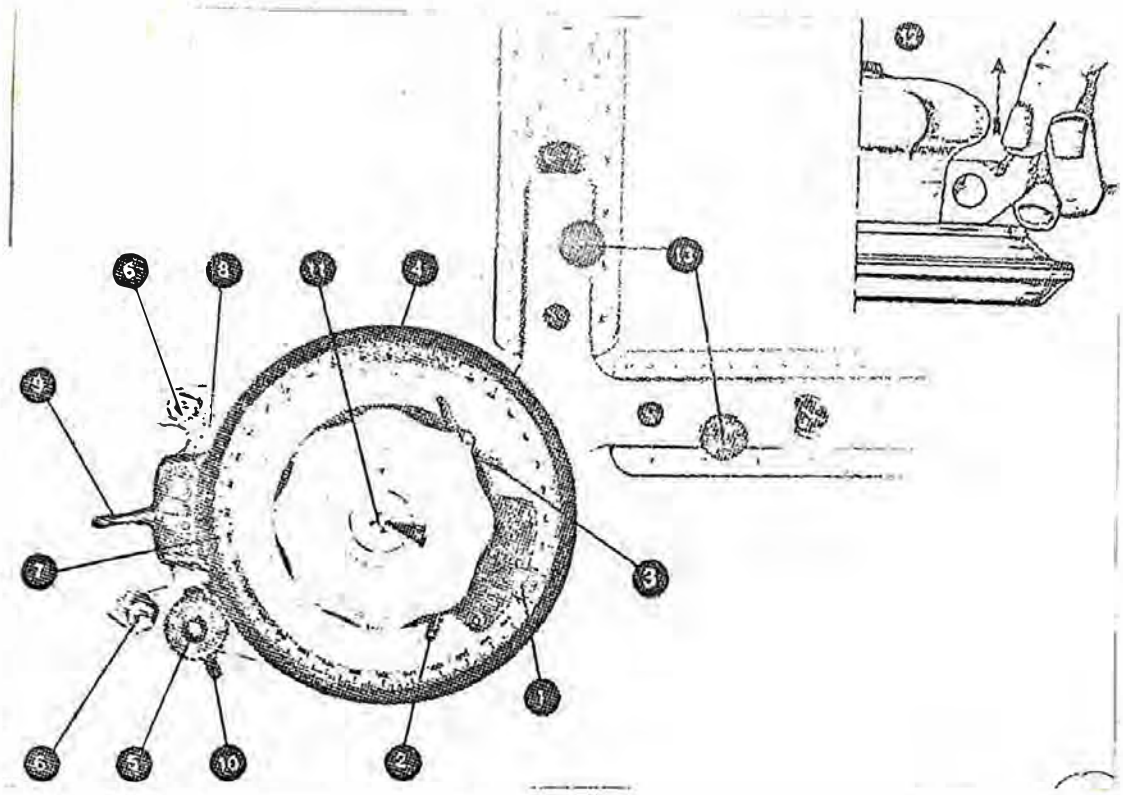
Instalación de dibujo modelo 600
Mesa de dibujo y máquina
con compensación por contrapeso



- Goniómetro.- En el cual van las graduaciones angulares.

(1) Tiene un vernier para aproximaciones (muchos tecnígrafos poseen aproximadamente de 5' minutos).

(2) Con el pulgar se acciona un mecanismo de posicionamiento.



(3) Palanca de freno, bloquea el giro para fijar ángulos intermedios.

(4) Nomo para ajuste de angulos.

(5) Ajuste fino para corrección de las reglas

(6) Tuercas de fijación del Goniómetro con el tecnígrafo.

(7) Escala graduada del desplazamiento del punto cero 50° - 0° - 50° .

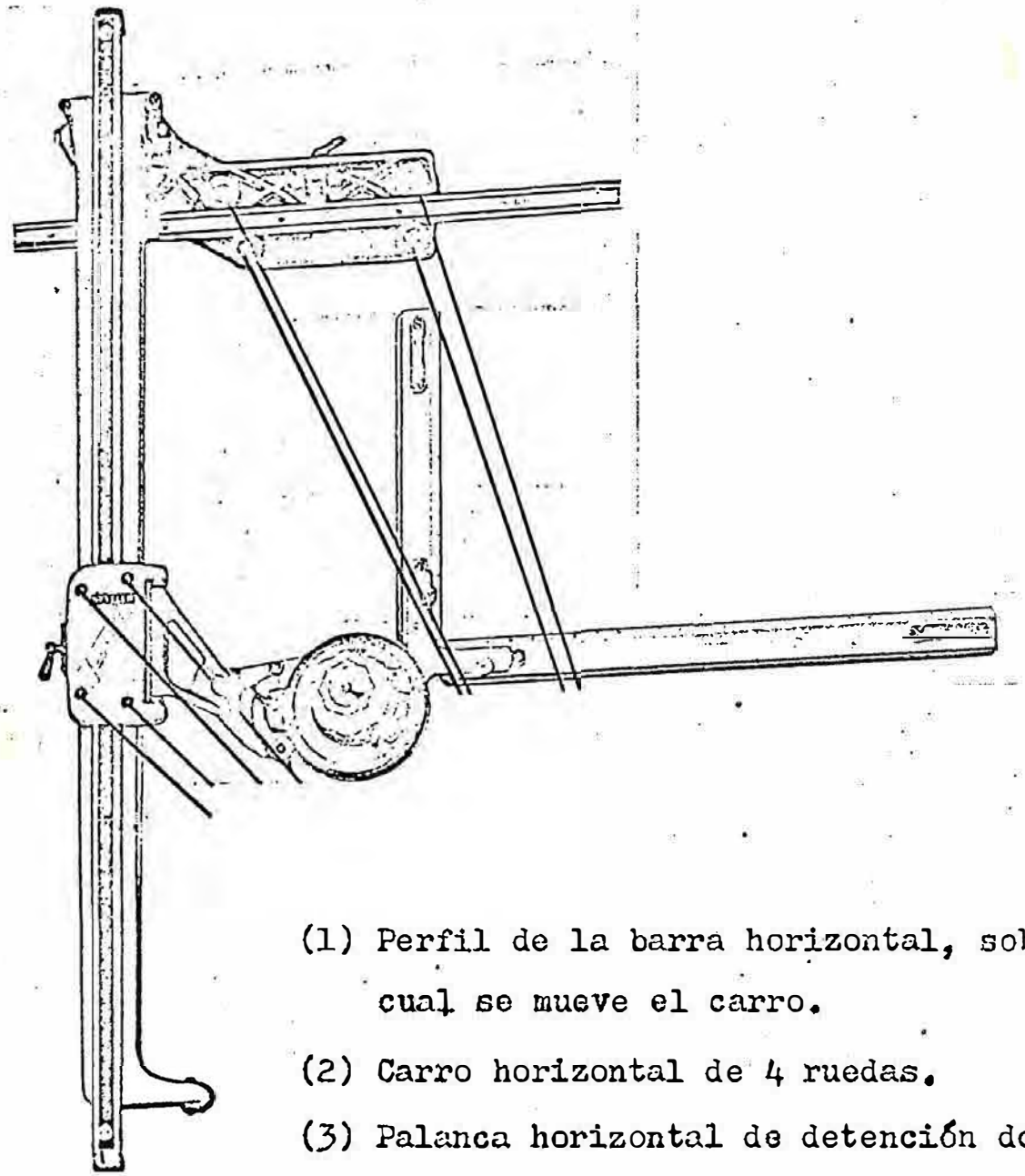
(8) Nomo para ajuste de angulos del desplazamiento del punto cero.

(9) Palanca - tope, al actuar deja libre el ajuste cero en el sentido de las agujas del reloj.

- REGLAS.- Son dos y forman entre si un ángulo de 90° . Estan conectadas al goniómetro mediante una placa en L con tuercas estríadas. para el cambio rápido de ellas.

(II) Tecnígrafo con mecanismo de carros corre dizos.

Las características comunes a estos tecnígrafos es según muestra la figura:



(1) Perfil de la barra horizontal, sobre la cual se mueve el carro.

(2) Carro horizontal de 4 ruedas.

(3) Palanca horizontal de detención del carro.

(4) Soporte o columna vertical.

(5) Carro vertical de 4 ruedas.

(6) Barra de ajuste y vibración, puente entre el carro y el cabezal.

(7) Palanca vertical de detención del carro.

(8) Punto de ajuste del cabezal.

(9) Cabezal portador del coniómetro (el goniómetro es idéntico al del tecnígrafo de barras paralelas).

(10) Perfil vertical del riel.

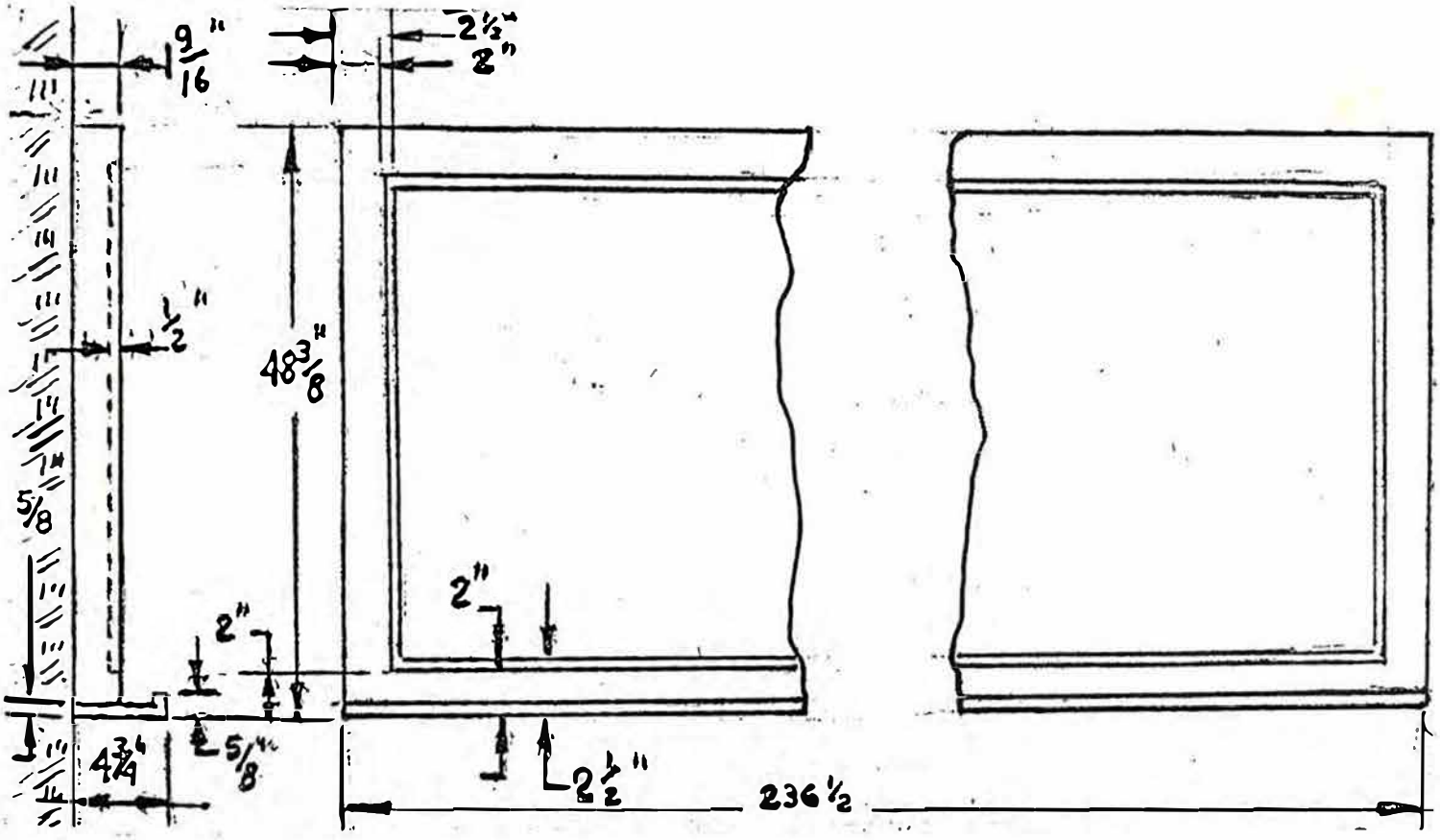
(11) Rueda o rodillo de soporte final de la columna.

(12) Cubierta del riel del contrapeso.

4.( ). ESTUDIO DEL PROBLEMA DE APLICACION DE UN TECNIGRAFO A LOS PIZARRONES DE LAS AULAS DE CLASE.

El hecho de adaptar un tecnígrafo a un pizarrón supone el surgimiento de una cantidad de detalles y problemas que se tienen que sortear para cumplir con esa finalidad, debido a la novedad de la aplicación de este tipo de necanismo a una superficie tan amplia.

No podemos generalizar el diseño para todos los pizarrones, puesto quc no todos tienen la misma forma y dimensiones . Es por eso que se tomó como modelo el pizarron del aula A2-337 del P.A. de Ingeniería Mecánica y Eléctrica cuyas dimensiones aparecen en la siguiente figura:

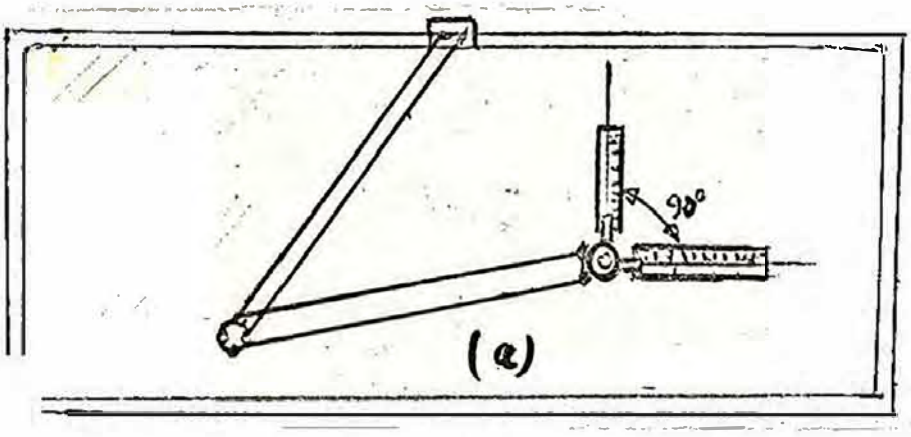


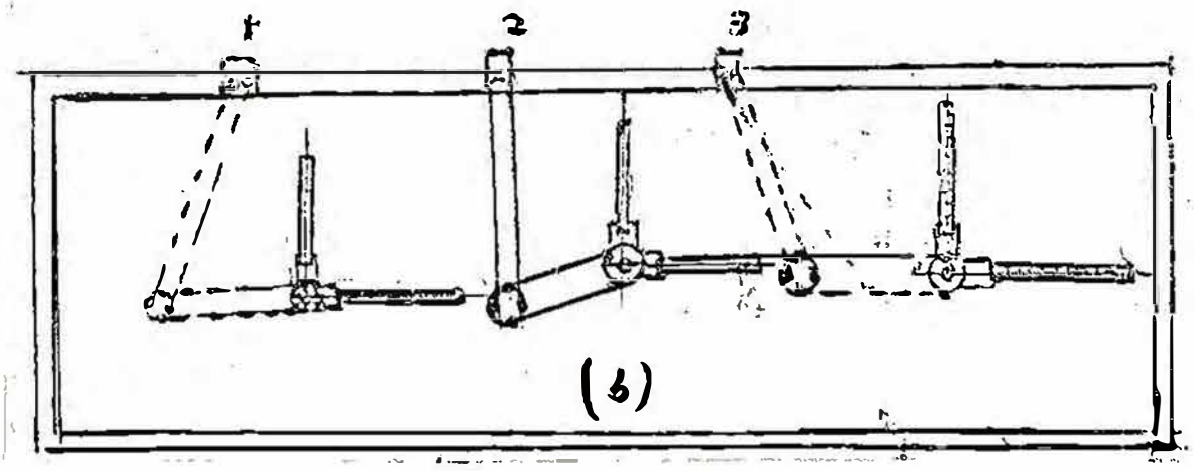
Nota:

Para efectos de acomodar la pizarra a los requerimientos del tecnígrafo, es necesario eliminar la pestaña inferior existente.

Vamos a analizar cual es el tipo de tecnígrafo que nos conviene.

Podría pensarse en el del tipo de paralelogramos, pero estos tendrían que ser muy grandes para abarcar toda el area (a) o en todo caso podría pensarse en uno de tamaño normal con varios puntos de anclaje a la pizarra (b).



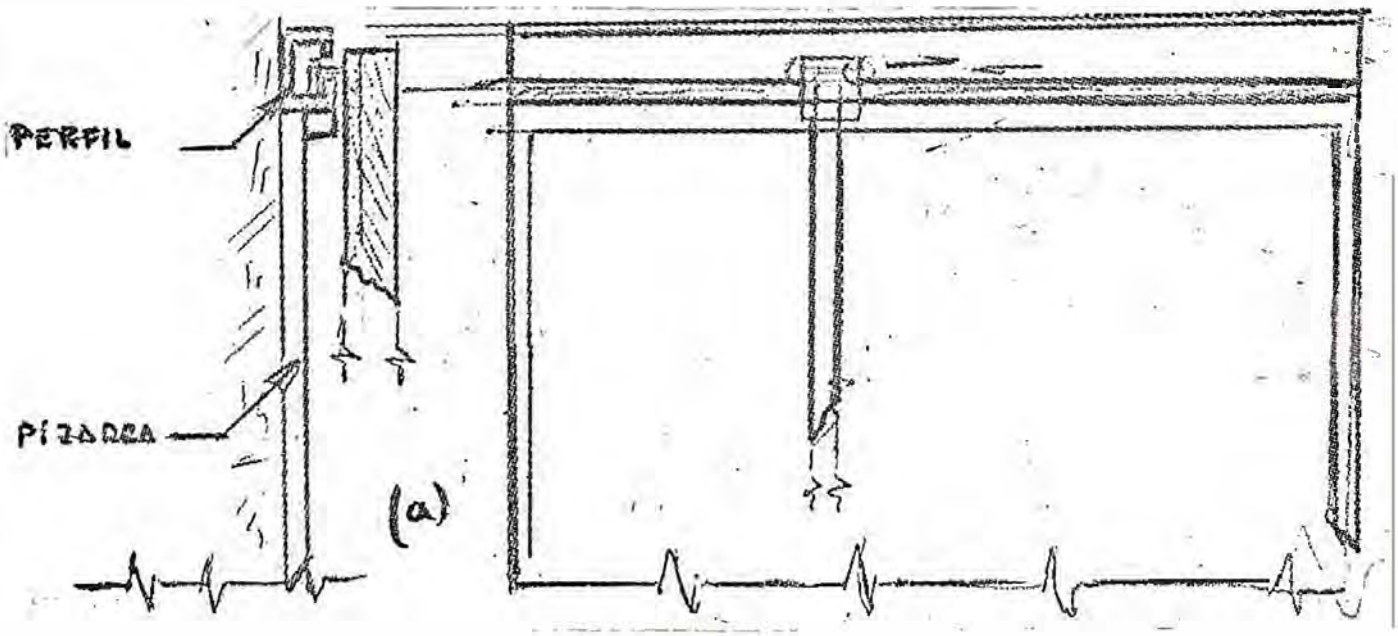


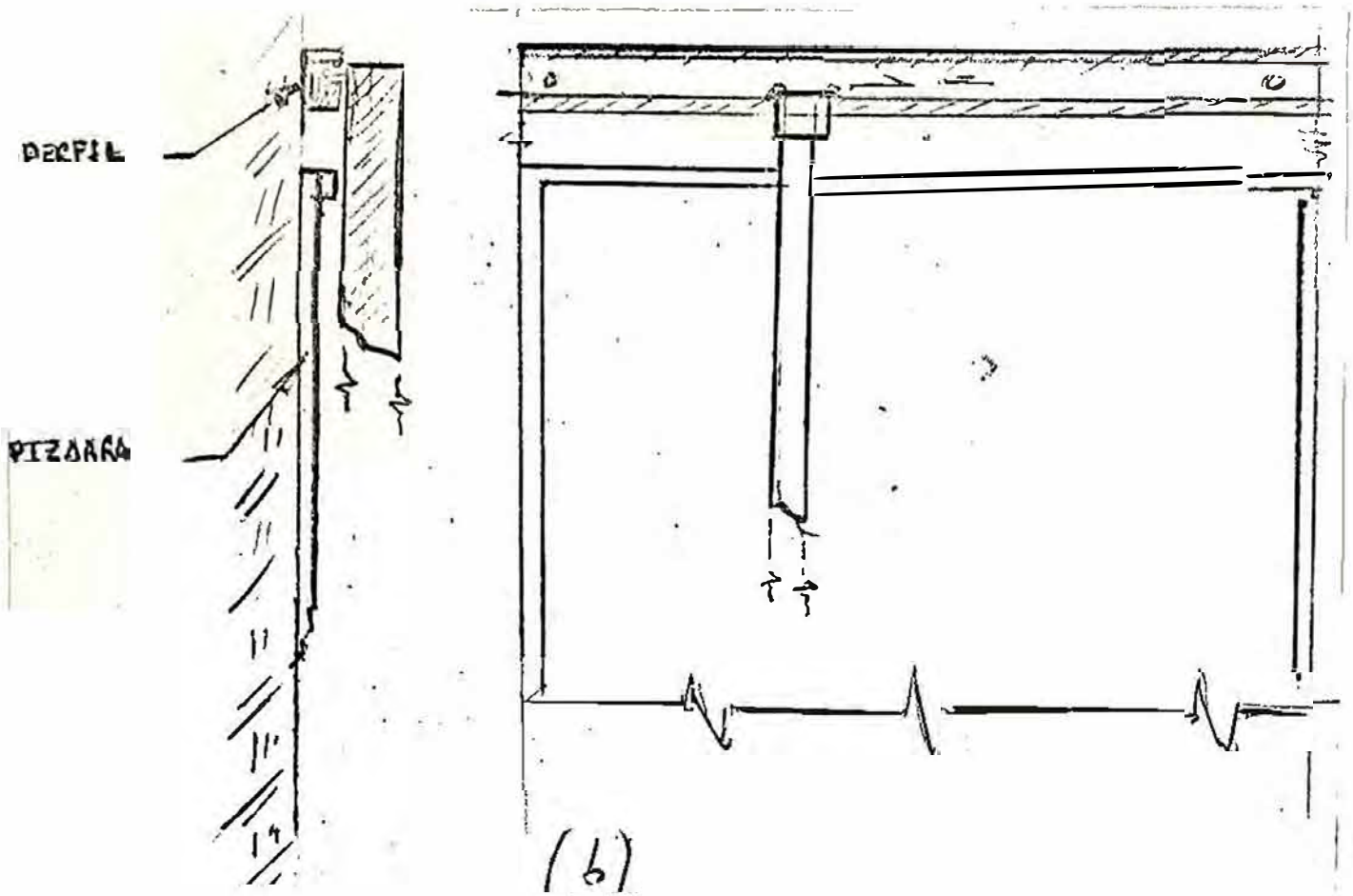
Pero en el caso (a) no es posible su manipulación para una gran area en la parte izquierda de la pizarra, al igual que ni sus enormes brazos son lo suficiente rígidos para realizar un trabajo eficiente en la parte derecha.

El caso (b) nos parece una pérdida de tiempo ya que para trabajar con el tecnígrafo habría que ir cambiando el anclaje de él (posiciones 1, 2,3,).

Analizando esto vemos que la solución es diseñar un tecnígrafo del tipo de carros corredizos.

Ahora el problema estriba en saber si conviene que el carro corredizo se movilice en un perfil anulado a la pizarra (a) o independiente de ella (b)





Al asumir el caso (a) tendríamos la ventaja de que que en cualquier posición de la pizarra el tecnígrafo trabajaría con paralelismo a sus bordes, pero se tendría que hacer un buen eje peso (pizarra más tecnígrafo). Otra desventaja es el que no se tendría libre a la pizarra para en cualquier momento hacerle su mantenimiento (Pintarla, reformarla, cambiarla, etc.).

En el caso (b) sí nos independiza el sistema tecnígrafo del sistema pizarra y nos ofrece la desventaja de que para que ambos trabajen en armonía, es necesario

anclar el tecnígrafo paralelo a la pizarra, y ambos bien rígidos puesto que cualquier movimiento relativo entre dichas posiciones acarrearía distorsión del paralelismo que se persigue.

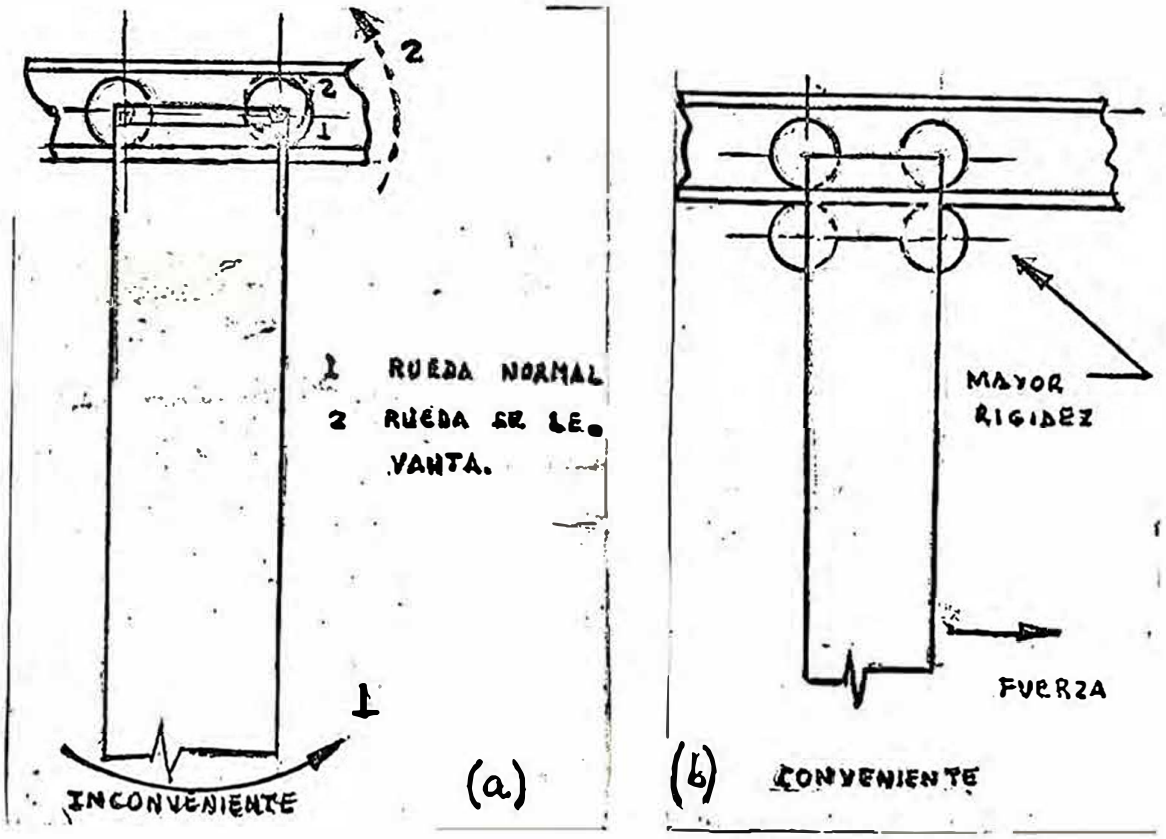
Al instalar el tecnígrafo en la posición independiente de la pizarra (b) debemos tener presente los puntos de anclaje para evitar deflexión en el perfil, ocasionado por el peso de la estructura del tecnígrafo.

Para nuestro diseño selecciono el sistema de tecnígrafo aislado de la pizarra, por darme independencia de un sistema respecto al otro.

Para la pizarra de cierta extensión como la que tenemos 236 1/2" long. vamos a usar carro corredizo horizontal, el cual va a movilizar al conjunto columna-cabezal.

Al usar un carro corredizo que va a llevar consigo a la columna, debemos tratar de que el conjunto sea lo suficientemente rígido. Así por ejemplo, ver el tipo de ruedas y el modo como se las dispone (a) y (b).

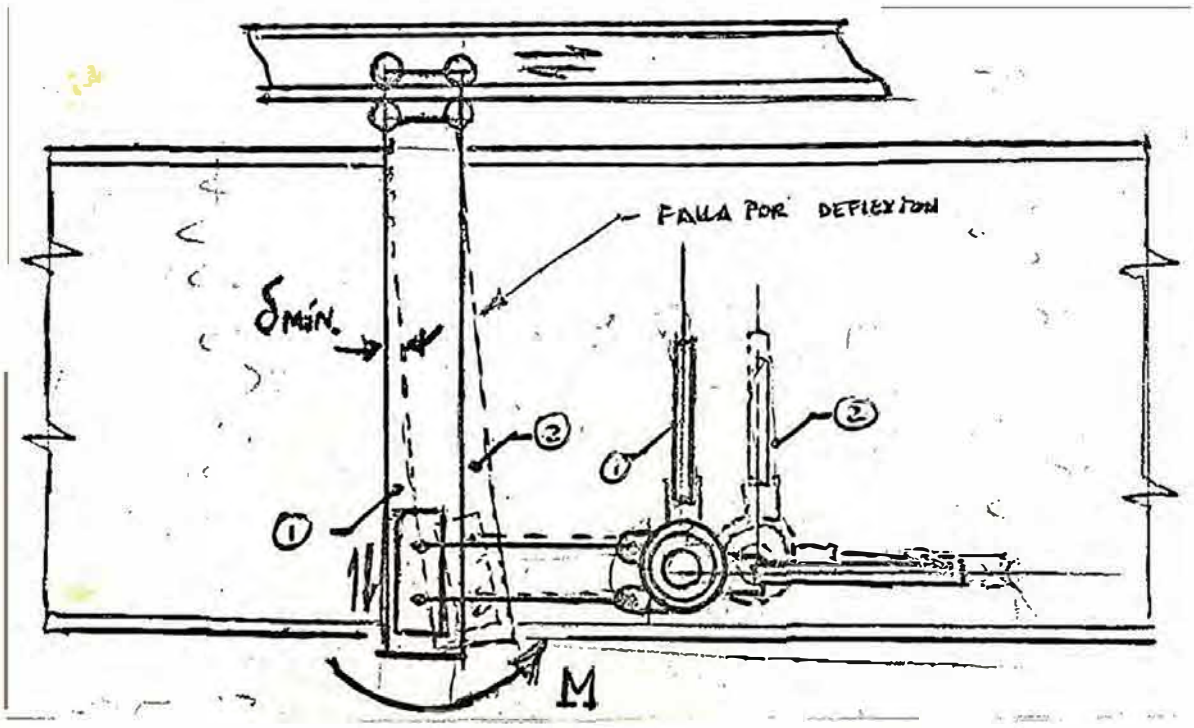
(Gráficos (a) y (b) en la página siguiente).



La posición (b) es más conveniente pues da mayor rigidez al carro horizontal.

Asimismo debemos pensar en el perfil que vamos a usar para la columna vertical y lo debemos hacer pensando en que la columna debe estar bien empotrada al carro horizontal para que absorva el momento creado al trasladarla sujetándola de su parte más inferior (caso más desfavorable).

(Ver gráfico en la página siguiente)

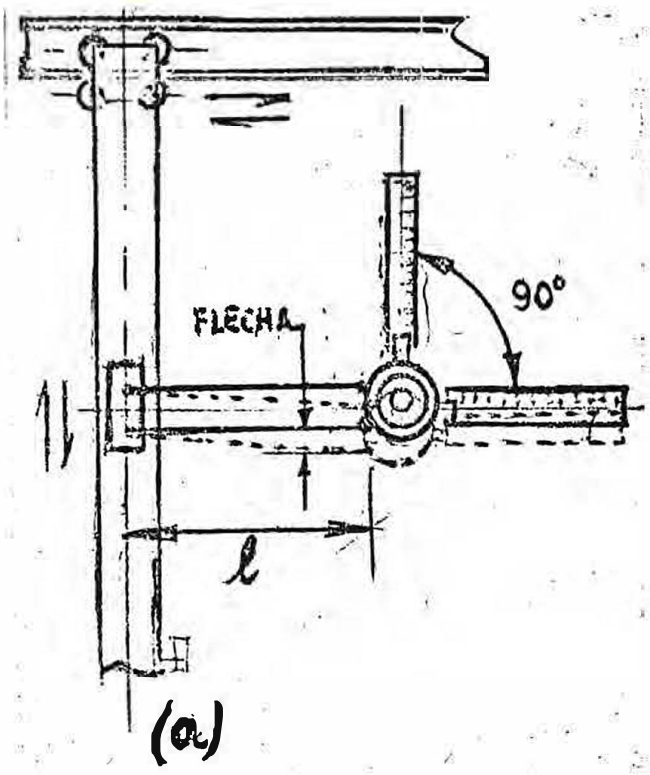


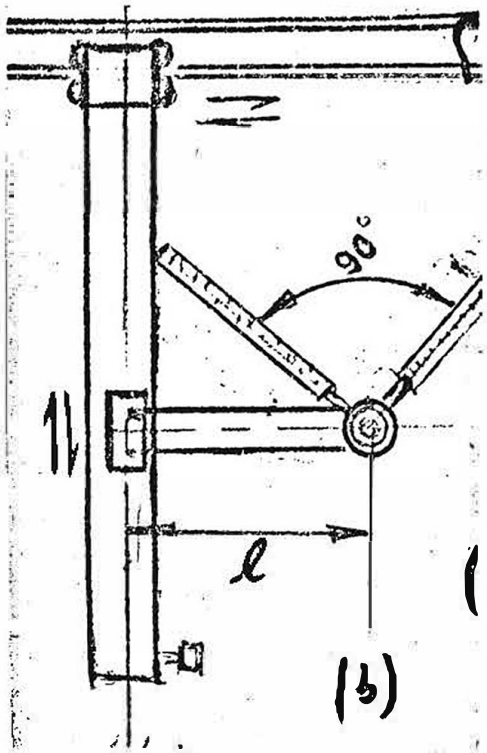
La solución es tener como columna un perfil bastante rígido e incorporar una guía horizontal inferior.

- Otro problema que tenemos es el sistema que debemos emplear para mover el carro vertical a lo largo de la columna.

Para nuestro diseño he pensado usar el sistema de contrapeso guiado, de modo que dicho contrapeso equilibre el peso del cabezal, teniendo presente que para fijarlo a una posición vertical dada emplearemos un sistema de freno sencillo.

- Los brzos que unen el cabezal al carro vertical deben ser de dimensiones apropiadas, ni muy largos para evitar flexibilidad (a) ni muy cortos ya que pueden entorpecer el giro de las reglas al ocasionar que estas choquen con la columna (b).





- Para que exista un buen apoyo de las reglas a la pizarra, es preciso que la distancia de ellas al pizarrón sea mínima, esto lo podemos lograr teniendo los brazos que van de la columna al cabezal doblados hacia la superficie de la pizarra.

- Respecto al material que se va a emplear, debemos tratar de que sea liviano, para que la estructura sea fácil de movilizar .

Así para nuestro diseño se va a emplear aluminio . Usaremos perfiles existentes en el mercado.

El aluminio es el más apropiado: por su peso, por ser comercial, por su falta de corrosión, gran surtido y variedad de perfiles extruidos ; y porque permite la fabricación del tecnígrafo.

- Otra consideración es que en el diseño vamos a tener en la parte inferior de columna una ruedita guía, que se deslizará sobre el pizarrón conjuntamente con una uña que se doblará hacia atrás de la pizarra para evitar que la columna del tecnígrafo en ningún momento tenga posibilidad de levantarse. También debemos analizar la posibilidad de que los brazos que unen el cabezal al carro vertical estuvieran abisagrados a dicho carro, por el motivo de poder levantar dicho cabezal y aumentar el área de utilización de la pizarra cuando no se use el tecnígrafo.

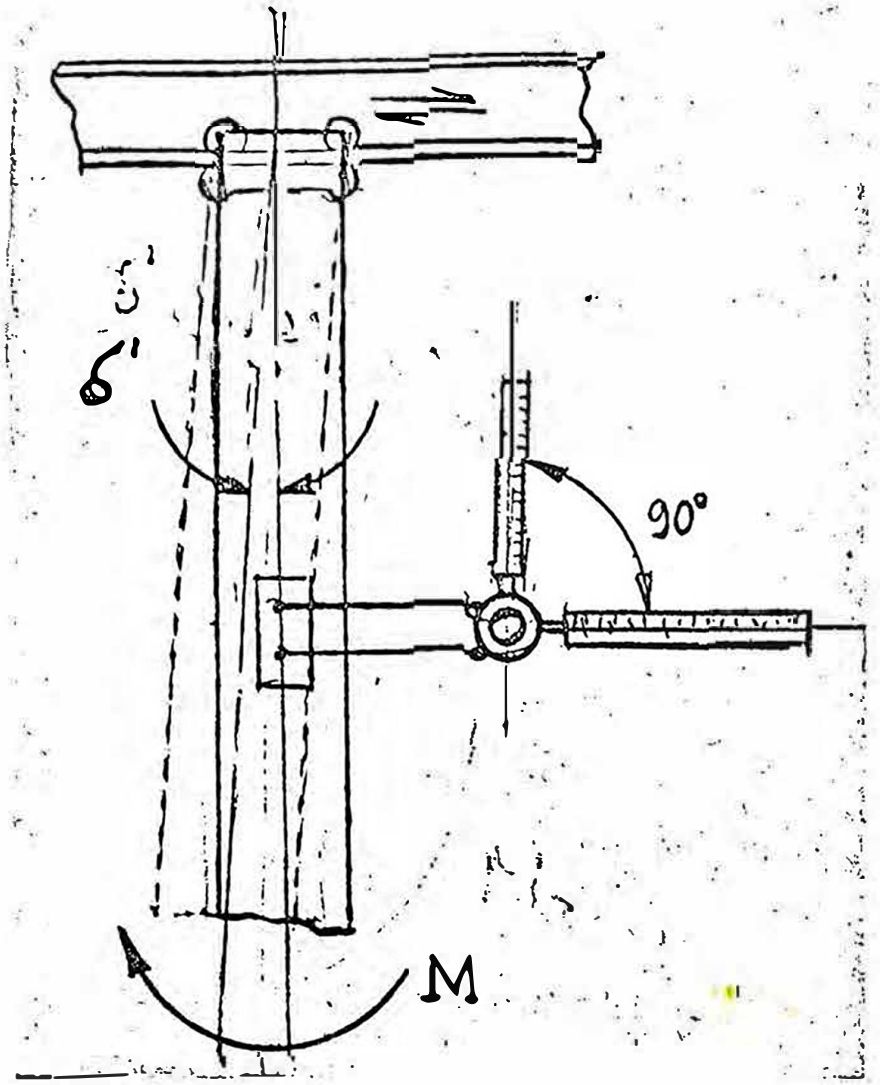
Pero para nuestro diseño no lo hemos realizado así para evitar el tener un motivo más de error, al accionar el cabezal (Goniómetro).

En nuestro análisis no debemos pasar por alto el asumirnos una deformación máxima a la columna.

Si suponemos al tecnígrafo en la posición de la figura (a), notamos que debido al peso propio del cabezal se crea un momento (M) que va a ocasionar una "Deflexión" permanente : " δ' ". Tomando un perfil de Al. adecuado para la columna se tratará de que el δ' no sobrepase 1°.'

(Ver gráfico (a) en la página siguiente).

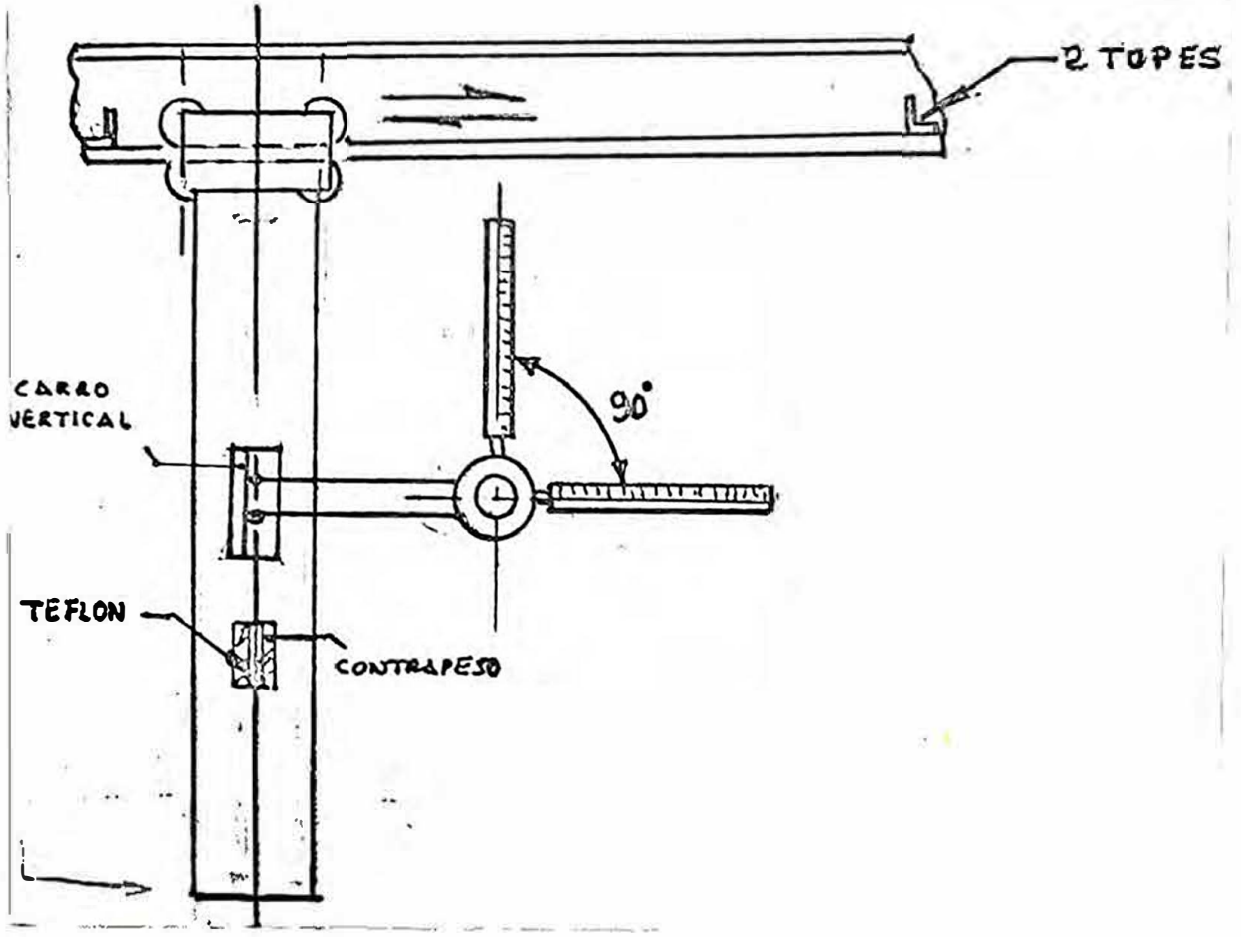
Para los fines en que se va a usar el tecnígrafo las longitudes de la reglas que sean de aproximadamente 2 pies cada una, adaptándoles una ranura para que puedan ser intercambiables y de fácil colocación y extracción.



En el aspecto del movimiento de los carros horizontales y vertical se tendrá presente el disponer topes en los puntos en los que se considere extremos de su trayectoria.

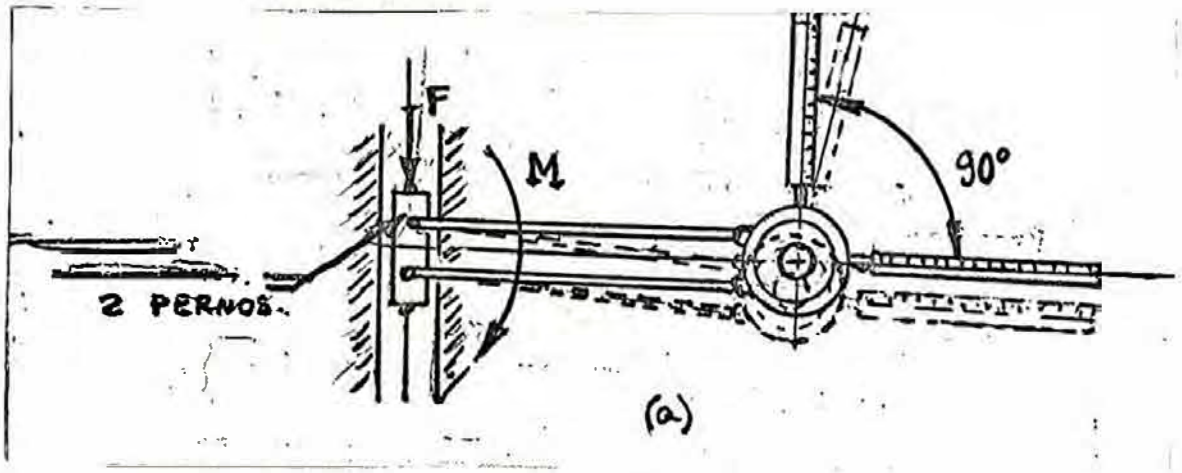
Asimismo dispondremos de sistemas de frenado sencillo para el carro vertical; consitirá en bloques de teflón (material sintético) que mantendrá en equilibrio estático permanente a dicho carro.

Para mover el carro vertical se requerirá un pequeño esfuerzo que permita vencer dicha fricción estática que lleva consigo el contrapeso del carro.

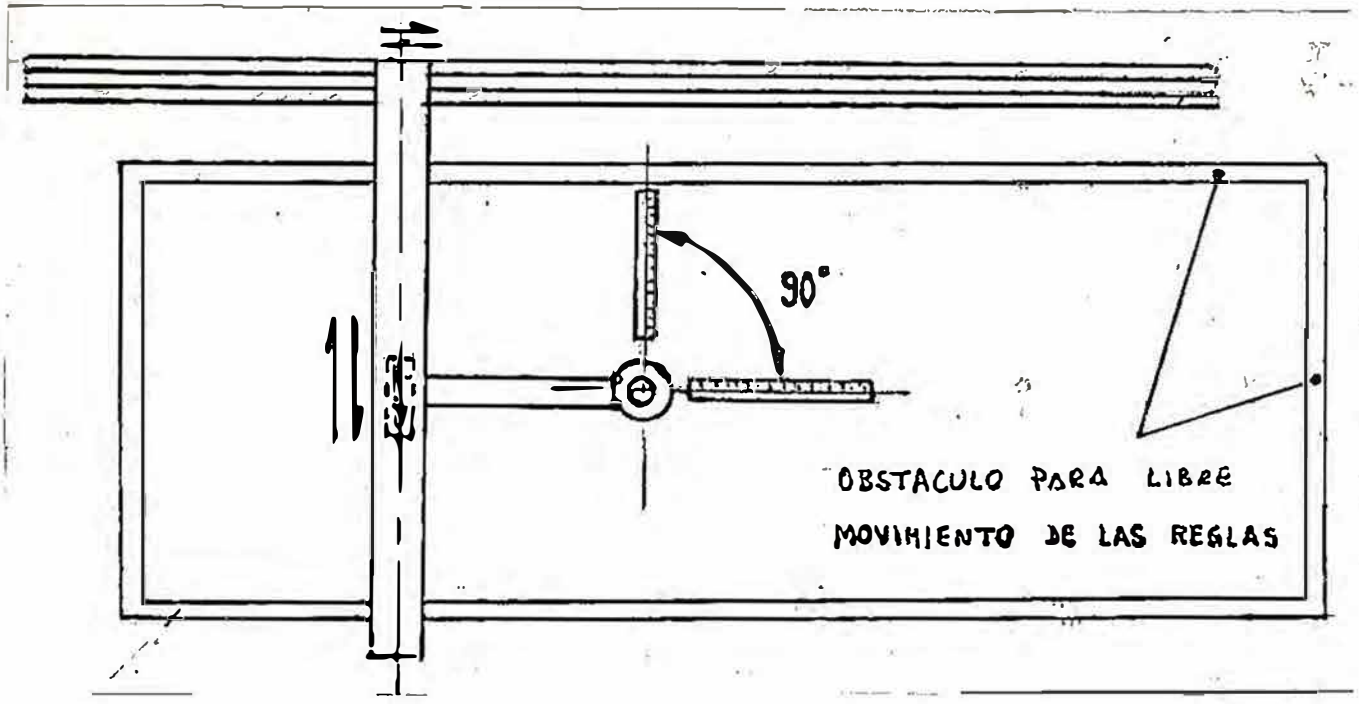


En conclusión el carro vertical está normalmente frenado; para cambiarlo de posición es que se requiere de un pequeño esfuerzo.

- Tendremos presente el esfuerzo de corte y el momento que soportarán los elementos de unión de los brazos a la columna. (Ver fig. (a)) para su debido dimensionamiento.



- Otro obstáculo con que nos topamos al querer aplicar un tecnígrafo a un pizarrón con los contornos del pizarrón que generalmente se hallan en alto relieve respecto al plano de trabajo del pizarrón, lo cual impida en cierta forma el lograr una mayor carrera del carro vertical cuando una de las reglas estuviera en una posición vertical o muy cercana a ella.



En todo caso si se necesitara hacer trazados en esa región, habría que jugar con la posición del carro horizontal y otra posición de goniómetro.

Una solución para este problema que se nos presenta sería la implantación de pizarrones que nos ofrezcan en vista frontal una sola superficie, sin rebordes.

DISEÑO DE UN TECNIGRAFO FACTIBLE DE SER CONSTRUIDO EN UN PEQUEÑO TALLER DE MAQUINAS HERRAMIENTAS.

Ya hemos indicado que el material a emplear para el diseño será aluminio, el cual nos proporcionará una estructura liviana.

En el mercado existe el aluminio extruído en perfiles de gran variedad, así como también aluminio en platinas y planthas de diversas dimensiones.

Vamos a guiarnos en nuestro trabajo bajo las normas especificadas por "The aluminum associattion" que agrupa a más de 50 compañías que funden y fabrican perfiles de aluminio en EE.UU.

Usaremos como material de trabajo pefiles extruídos de aluminio y planchas de aluminio.

Aproximadamente el 90% de todas las extrusiones de aluminio son hechas con la aleación: 6063 (espedificación según normas de "The aluminion Assotiattion" y de la ASTM 63.S) Manual Mark's pág. 648.

Los perfiles de alumnio que son extruídos en el Perú por F.A.M. y Metinsa son 6063 Alloy.

Según el "Aluminum extrusion Alloys" editado por la : Kaiser aluminum Chemical Sales Inc. Kaiser Center, Oakland, 12, California:

LAS CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES FISICAS DE LA ALEACION 6063 son:

Aleación de aluminio con tratamiento térmico

Composición (%).

Si	Fe.	Lu	Mn	Mg	Cr	Zn
0.20-0.6	0.35	0.10	0.10	0.45-09	0.10	0.10

Ti	Otros		Al
	cada uno	Total	lo que resta
0.10	0.05	0.15	

Densidad al = ...

Modulo de elasticidad : 10 x 10^3 Ksi

PROPIEDADES MECANICAS

Tratamiento térmico	Espesor, in	Area in^2	Minima Fuerza tensión Rutura (Ksi)	Fluencia (Ksi)	Min. Elong. (%) en 2" ó 4D
0	Todos	Todas	19	--	18
- T1	Hasta 0.500	Todas	17	9	12
	0.501-1.000	Todas	16	8	12
- T4	Hasta-0.500	Todas	19	10	14
	0.501-1.000	Todas	18	9	14
- T5	Hasta-0.500	Todas	22	16	8
	0.501-1.000	Todas	21	15	8
- T6	Hasta-0.500	Todas	30	25	8
	0.125-1.000	Todas	30	25	10

El tratamiento dado a los perfiles extruídos de aluminio con que trabajaremos es el T6 que viene a ser un temple con tratamiento de solución y envejecimiento artificialmente (Metinsa y FAM).

Para producir este tratamiento térmico (Temple) T6, el perfil extruído debe emerger de la estampa a una temp. mínima de 930° F y luego ser bajada a razón de 100° por minuto hasta 400° F.

Un período de incubación de 12 a 24 Hs. a la temperatura del cuarto, antes del envejecimiento es recomendado.

Las siguientes ciclos de envejecimiento son recomendadas para temple T6.

a) 6 hrs. en solución a 350° F ± 5°

b) 5 hrs. en solución a 365° F ± 5°

DUREZA MINIMA PARA ALEACIÓN EXTRUIDA 6063

Temple	Brinell 500 K.G. carga 10mm espera.	Roctwell E 100 K.G. carga 1/8" espera.	Roctwell H 60 Kg carga 1/8" espera	Wedster Modelo B
- T1	35	35	70	--
- T4	38	40	75	--
- T5	55	60	90	8
- T6	67	75	100	12

FORMABILIDAD.- La aleación 6063 tiene una excelente capacidad de adquirir las formas más variables de secciones de perfiles extruídos.

MAQUINABILIDAD.- Es considerada buena especialmente en los temples más duros . Usar un aceite de corte apropiado es recomendable en los trabajos de torneado y fresado.

SOLDABILIDAD.- La soldabilidad de la aleación 6063 es excelente en todos los métodos comúnmente usados para aluminio.- La resistencia de la soldadura es satisfactoria en todos los temples excepto en el -O, donde la soldabilidad decrece. La aleación 6063 es especialmente adecuada para soldadura de arco sumergida en gas inerte.

RESISTENCIA A LA CORRUSION.- Resistencia excelente a los medios ambientes más corrosivos, tales como ambiente rural, iddustrial y marino (incluyendo agua salada). (✗)

(✗) Todos estos datos anteriores han sido extractados de "ALUMINUN EXTRUSION ALLOYS". Pág.s 28-30. Editado por "Kaiser Aluminum & Chemical Sales, Inc.".

Según el "ALUMINUM CONSTRUCTION MANUAL" (Specifications for aluminum structures), en la Pág. 13 vemos:

Propiedades Mecánicas/Esfuerzos permisibles:

Aleación y Temp.	Producto.	Rango de espesores.	TENSION		Compresión	Corte		Compres debida a Flexión		Modulo de Elasticid
		plg.	F_{tu}	F_{ty}	F_{cy}	F_{su}	F_{sy}	F_{bu}	F_{by}	E
			Ksi	Ksi	Ksi	Ksi	Ksi	Ksi	Ksi	Ksi
6063 -T5	Extrusión	Hasta 0.500	22	16	16	13	9	46	26	10.1×10^3
-T5	Extrusión	Sobre 0.500	21	15	15	12	8.5	44	24	10.1×10^2
-T6	Extrusión.	Todos	30	25	25	19	14	63	40	10.1×10^3

F_{tu} = Esfuerzo de rotura en tensión

F_{ty} = Esfuerzo de fluencia en tensión.

F_{cy} = Esfuerzo de fluencia en comprensión.

Fsu = último esfuerzo de corte.

Fsy = esfuerzo de fluencia por corte.

Fbu = último esfuerzo de rotura en flexión.

Fby = esfuerzo de fluencia por flexión.

E = Módulo de elasticidad = 10.1×10^6 Ksi.

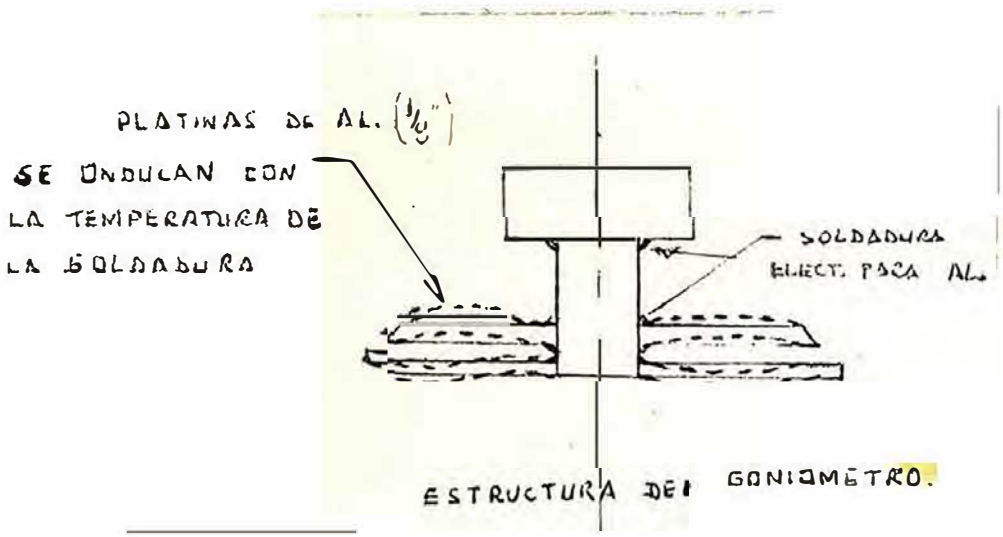
DISEÑO DEL TECNIGRAFO

1.- Directivas para el Diseño:

a) Se tratará en lo posible de no emplear soldadura para unir los perfiles de aluminio debido a que no es económico hacerlo; más bien se tratará de hacer uniones remachadas o empernadas.

b) El goniómetro por la complejidad de su constitución lo haremos de fundición; fundiremos una barra cilíndrica de aluminio y luego emplearemos el torno para darle la forma deseada (maquinado).

Inicialmente podría pensarse en hacerlo teniendo como alma un perfil (tubo), y soldado a él, anillos de planchas de aluminio de 1/8"; pero resulta que siendo el aluminio un material blando y las planchas a soldarse de tan poco espesor, se ondularían al soldarse (ver fig.)



ESTRUCTURA DEL GONIOMETRO.

Deseando para nuestro diseño una cierta exactitud, no nos conviene adoptar ese proceso y optamos por el de fundición con mecanizado posterior.

c).- Los mecanismos que pudieran necesitarse serán sencillos de construir (topes, criks, seguros, etc.).

d).- Los elementos rodantes (ruedas, poleas) se harán de bronce por su apropiada disposición para la fricción de deslizamiento y de rodadura.

e).- El contrapeso será de plomo, con alma de bronce y con forro de teflón sobre el bronce.

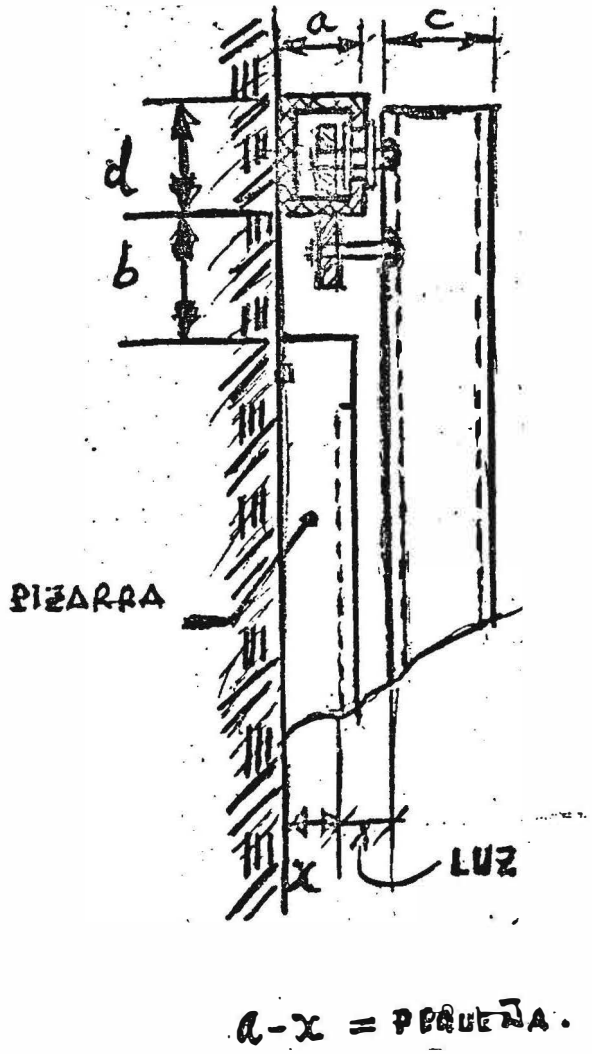
Este material: Teflón es el que al final de cuentas está en contacto con las guías para el contrapeso que existen en la columna.

2.- Selección del perfil guía del carro horizontal.

Hemos dicho que acomodaremos el diseño del presente tecnígrafo a la pizarra del aula del Programa Académico de Ingeniería Mecánica y Eléctrica: A2 -337, cuya longitud es exactamente de 6 metros.

Ahora bien, sabemos que las longitudes standarets de los perfiles de aluminio que emplearemos son de 5 y 6 metros. Lo que se persigue es que con el tecnígrafo se barra toda el área de la pizarra; y siendo la longitud del perfil y de la pizarra iguales necesitación situar este perfil de modo que sea posible ubicar las reglas en cualquier punto de la pi

zarra y en cualquiera de sus orientaciones permitidas p r el diseño.



Al seleccionar el canal guía horizontal tenemos en cuenta que su ancho (a) será tal que no nos aleje mucho de la superficie de la pizarra, pues de otro modo estaríamos empleando mayor material del necesario y alejando la estructura vertical de la pizarra innecesariamente. Su dimensión "d" sería tal que permita guiarlo dentro de él, a una rueda de 3/4" Ø.

En base a ello hemos seleccionado el Perfil F.A.M. 00-52020 (2 x 1 1/2 x 1/8).

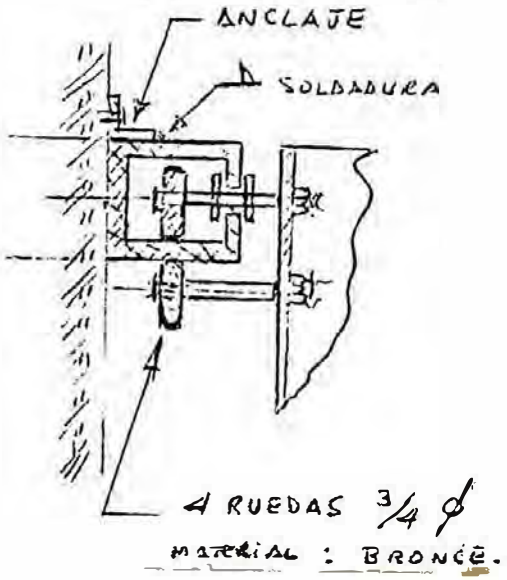
3.- Selección de las ruedas del carro horizontal.

Serán cuatro, y correran dos en la pista interior y dos en la pista exterior del perfil.

El material de las ruedas al igual que sus ejes serán de bronce fundido y mecanizado, con un día de las ruedas de 3/4 Ø.

El diámetro de la ha solucionado en base a su

adecuada ubicación dentro y fuera del perfil guía.



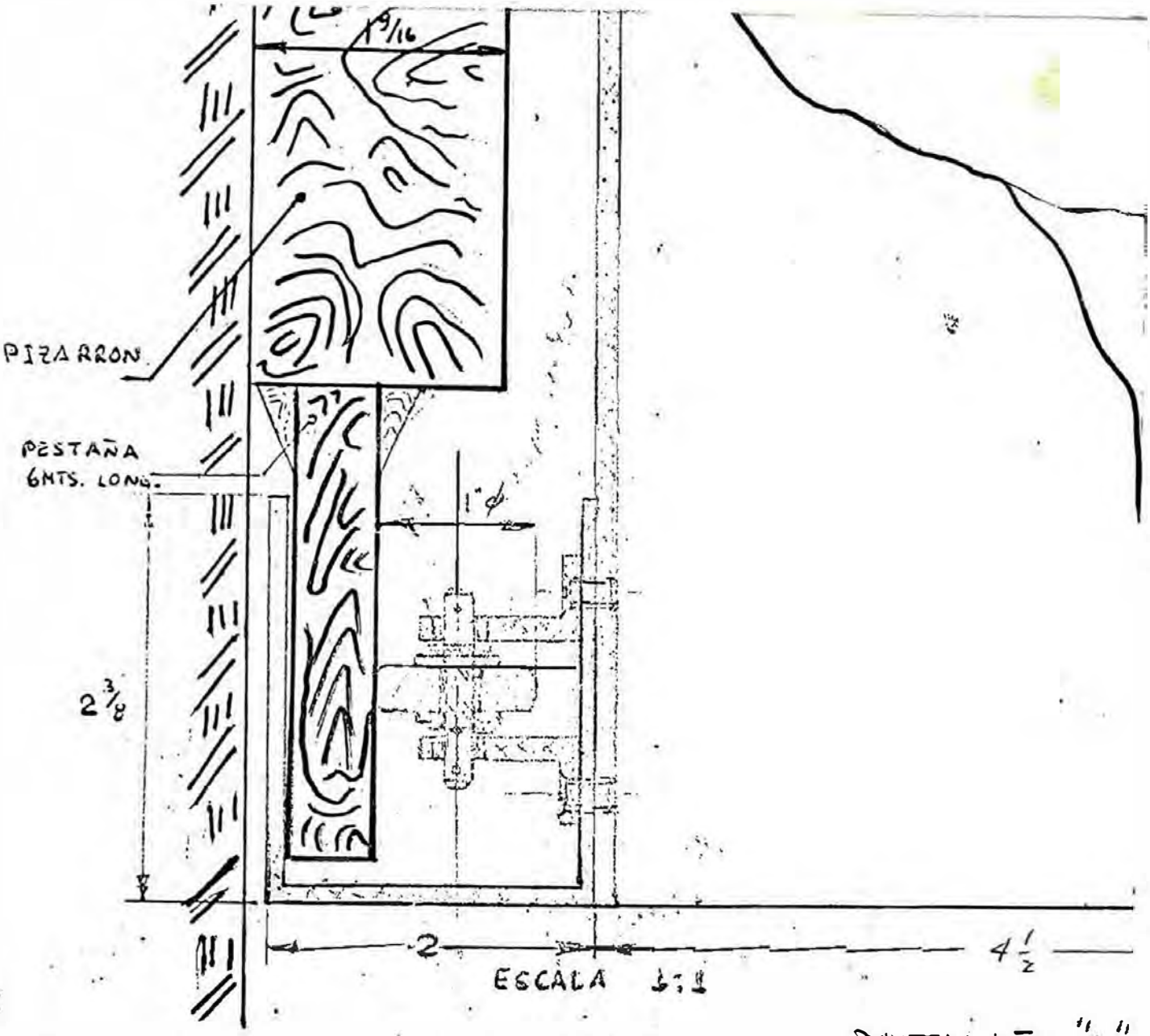
4.- Guía inferior de la columna.

Existirá una rueda guía de 1 1/4 Ø en la parte inferior de la columna, la que estará rodando en posición horizontal sobre una de las alas de un canal de aluminio de 1 1/2 x 1/2 x 5/64.

Este canal va fijo a lo largo de toda la pizarra (6 Mts. aproximadamente) en el borde inferior de ella.

Esta guía inferior de la columna servirá para evitar posibles oscilaciones de la columna hacia adelante; además de servir de guía a la misma. Para tomar esta determinación se estuvo analizando las posibles soluciones para una guía inferior, tomé en cuenta 2 de ellas, (a) y (b).

(Ver gráfico en la pág. siguiente).

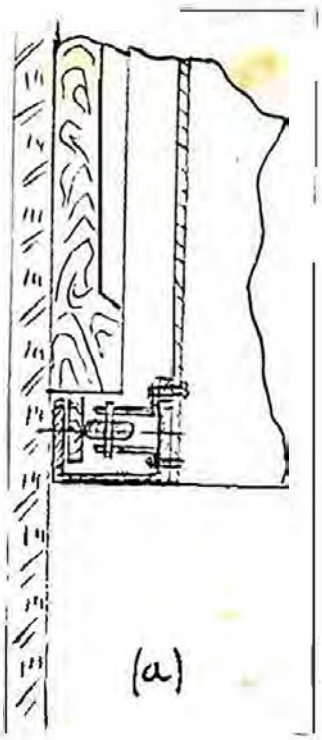


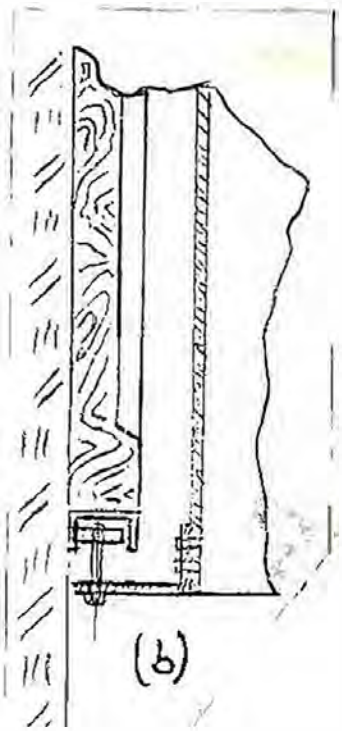
GUIA INFERIOR DE LA COLUMNA
(a)

DETALLE "A"

La solución (b) me pareció más exacta y adecuada ya que no se necesita fijar a la pizarra la pestaña de 6 mts. que se requiere para la solución (a). La pestaña de 6 mts. es difícil de mantenerla recta aun siendo de madera, aparte de que su fijación a la parte inferior de la pizarra es otro problema.

La solución (b) nos da la respuesta a esa facilidad de montaje, puesto que un canal de aluminio reemplaza a la pestaña.





5.- Tipos de unión a emplear.

En general en el diseño emplearemos:

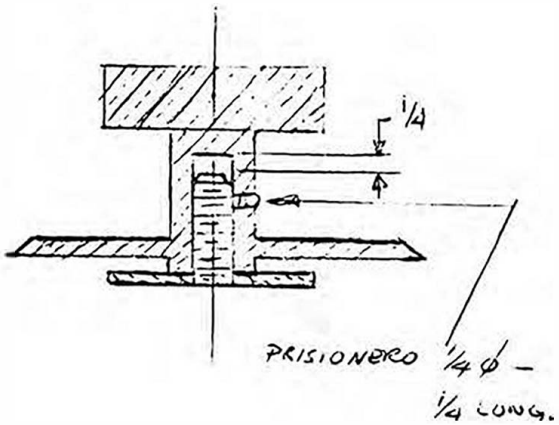
a) Tornillos autoroscantes para unir los perfiles de aluminio.

b) Pernos de fierro standarts.

c) Soldadura por arco eléctrico, para aluminio.

6.- Mecanismos de trabe a usar en el Goniómetro.

1.- Prisionero que fija posición de ensamble de las reglas:

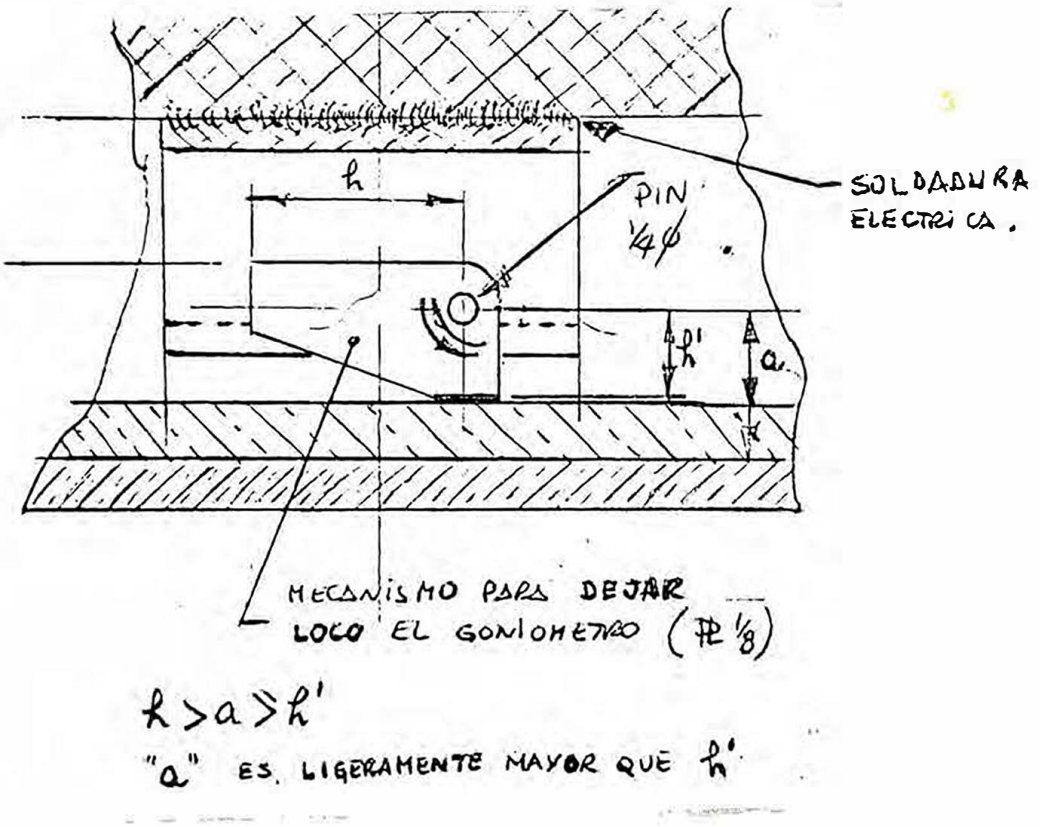


ENSAMBLE PARCIAL DEL GONIOMETRO

2.- Mecanismo trabe del giro del Goniómetro.

Su utilidad es que nos proporciona un giro loco del goniómetro.

(Ver Fig. en la pág. siguiente)



7.- Procedimiento para la soldadura de las aleaciones de aluminio.

Algunas normas a tener en cuenta:

1.- Para soldar aluminio con arco metálico se requiere una máquina de corriente continua usándose polaridad invertida, electrodo al positivo.

2.- El diámetro adecuado del electrodo, depende del calibre o espesor de la plancha o pieza.

3.- No es recomendable soldar planchas por arco eléctrico, cuando poseen menos de 1/8" de espesor.

4.- La elevada velocidad de fusión del electrodo de aluminio exige una gran velocidad de deposición, constituyendo en casiones una dificultad para alcanzar suficiente temperatura en la pieza; por ello que puede ser necesario precalentar la pieza, en algunos casos según el espesor entre 204 y 206 ° C.

El defecto de calentamiento puede traducirse en porosidad a lo largo de la línea de fusión, así como una falsa adhecencia del metal de aportación al metal base.

5.- En uniones largas se recomienda una soldadura intermitente, si se tratará de planchas delgadas debe disminuirse paulatinamente el ampereaje cada cierto número de deposiciones.

6.- El arco debe ser adecuado y el electrodo debe mantenerse casi perpendicular a la pieza.

7.- El arco debe dirigirse de tal manera que ambos bordes de la junta a soldar sean adecuadas y uniformemente calentadas.

8.- La velocidad de la soldadura debe ser tal que resulte un cordón uniforme.

9.- Antes de empezar con un electrodo nuevo, debe arrancarse la escoria del cráter en aproximadamente 1" de longitud de soldadura tras dicho cráter; al comenzar con el nuevo electrodo, el arco debe encenderse en el cráter del cordón, haciéndola retroceder después rápidamente sobre la soldadura ya acabada en una 1/2" y una vez que el cráter es

tá totalmente fundido de nuevo, se prosigue la soldadura hacia adelante.

10.- En general, para arrancar la escoria se comienza por romperla sacando en trozos rotos, después se empapa la soldadura con una solución caliente de ácido nítrico al 3% o una solución caliente de ácido sulfúrico al 10% durante un corto tiempo, finalmente se enjuaga la soldadura con agua caliente.

11.- Para evitar deformaciones, frecuentemente se emplean plantillas para sostener la pieza y recubrimientos de cobre en el dorso de la junta.

12.- Para soldar cualquier lámina, ya sea a tope, a solapa o en T o en cualquier tipo de junta, es necesario limpiar primeramente la sección donde va a soldarse, si es posible con un agente limpiador a fin de evitar cualquier residuo de aceites o grasas que pudieran perjudicar la soldadura. (≠).

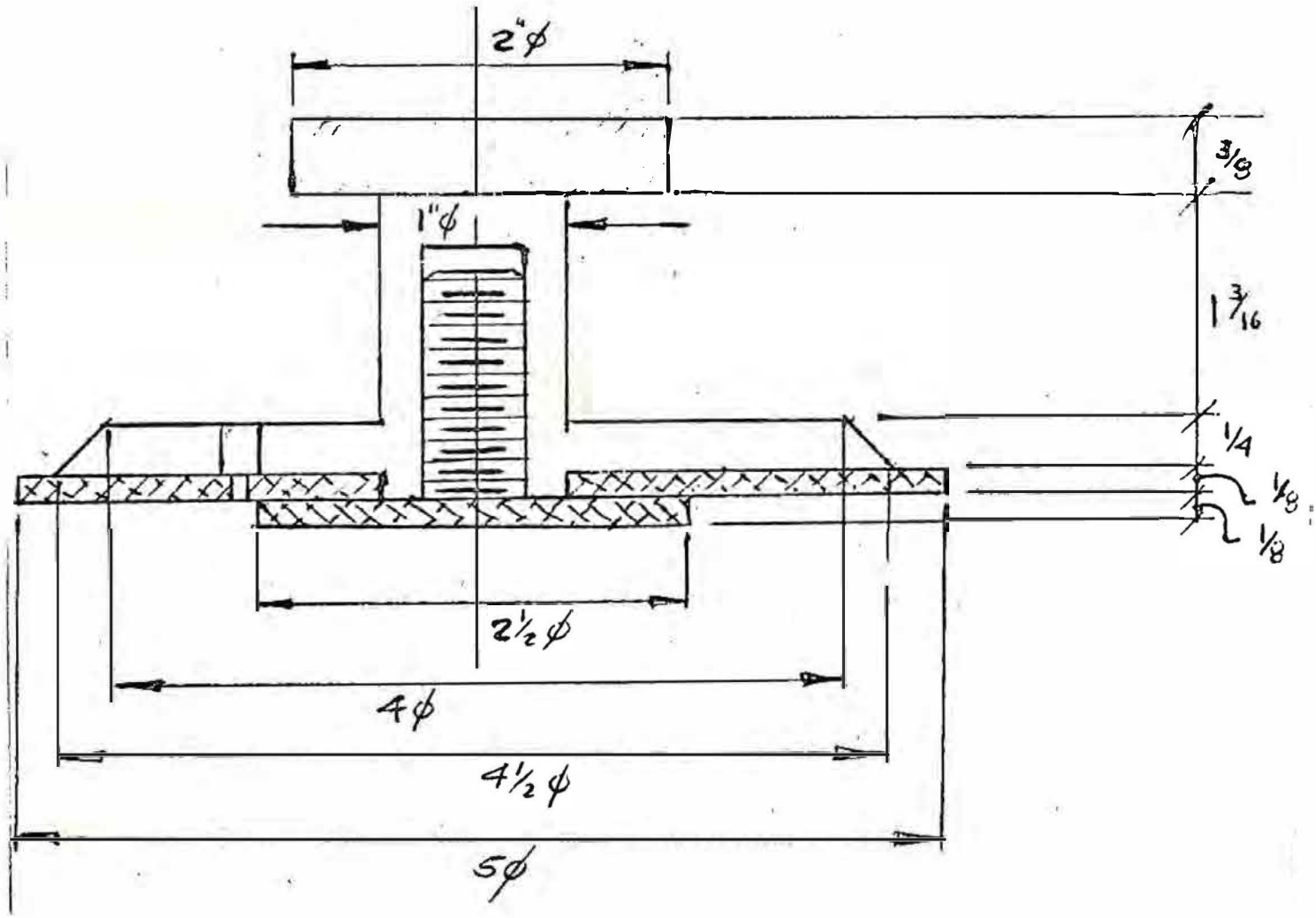
(≠) Estractado del "MANUAL DE SOLDADURA" editado por Electrodos OERLIKON .

8.- Cálculo parcial y total del peso del Tecnígrafo.

- Nos basamos en un cálculo sencillo y aproximado, conociendo la densidad del aluminio : 2.7 Kg/dm^3 o sea que es proximadamente 169 $lbs./pie^3$.

1).- Cálculo del peso del goniómetro.

De acuerdo a las dimensiones generales adoptadas para el goniómetro; se tiene la siguiente figura:



Analizando las dimensiones del goniómetro y sus accesorios, su peso puede hallarse aproximadamente como la suma de los pesos de 1 cilindro de 2" Ø y 2 1/2" longitud, y de 2 discos de 4 1/2" Ø y 1/4 espesor y 5" Ø y 1/8" espesor respectivamente.

Además consideraremos el peso de las reglas

Peso= volumen x densidad.

Volumen = V cic. + V disco 1 + V disco:2 + V reglas.

$$\text{Volumen} = \left[\frac{\pi (2)^2}{4}\right] \times 2.5 + \frac{\pi (4.5)^2}{4} \times \frac{1}{4} + \frac{\pi (5)^2}{4} \times \frac{1}{8} + \text{V reglas}$$

$$\text{Volumen} = 2.5\pi + \frac{20.25\pi}{16} + \frac{25\pi}{32} + \text{V reglas}$$

También el peso de las 2 reglas; de 50 y 60 cms. respectivamente (20" y 24" aprox.) y de 1/8" espesor y 1" de ancho.

V reglas = (20 x 1 x 1/8) + (24 x 1 x 1/8)

$$\text{Volumen} = 2.5\pi + 20.25\pi/16 + 25/32 + 20/8 + 3$$

$$\text{Volumen} = \pi (2.5 + 1.26 + 0.8) + \frac{20}{8} + 3$$

$$\text{Volumen} = (14.5 + 2.5 + 3)\ \text{Plg}^3 = 20\ \text{plg}^3$$

$$\text{Volumen} = 20\ \text{plg}^3$$

Peso = Volumen x densidad

$$\text{Peso} = 20\ \cancel{\text{Plg}^3} \times 169\ \frac{\text{lbs}}{\cancel{\text{pie}^3}} \times \frac{1\ \cancel{\text{pies}^3}}{(12)^3\ \cancel{\text{plg.}^3}}$$

$$\text{Peso} = \frac{20 \times 169}{1728}\ \text{lbs.} = 2\ \text{lbs.}$$

Peso del Goniómetro y accesorios = 2 lbs.

2).- 2).- Cálculo del Peso de la columna del Tecní grafo con sus accesorios.

Hallaremos el peso aproximado de dicha columna para fines de determinar posteriormente los esfuerzos a que se halla sometida la viga, donde ella corre.

Elementos a considerar:

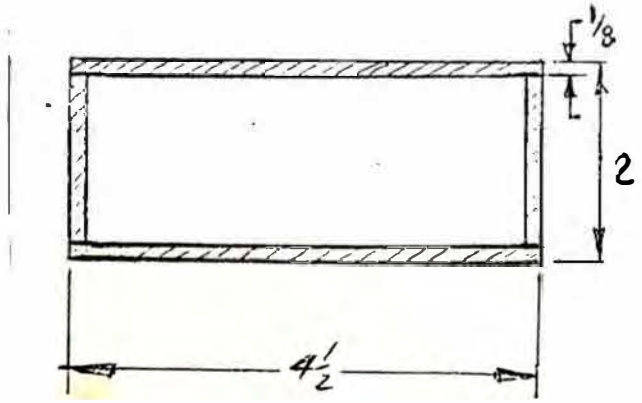
a) 1 tubo ▭ de 4 1/2" x 2" x 4'-7 11/16" long y 1/8 de espesor.

a pesar de que se ha eliminado una parte de la sección del tubo para el diseño, para el cálculo lo consideraremos entero.

Peso : P_1

$P_1 = \gamma_{Al} \times V_1 = 0.975 \frac{lb}{plg^3} \times V_1$

$V_1 = A_1 \times (4' - 7\ 11/16")$



SECCION DEL TUBO (A1)

$$A_1 = 2\,(4\,1/2 \times 1/8) + 2\left[(2 - 1/4) \times 1/8\right] \text{ plg}^2 = \frac{25}{16} \text{ plg}^2$$

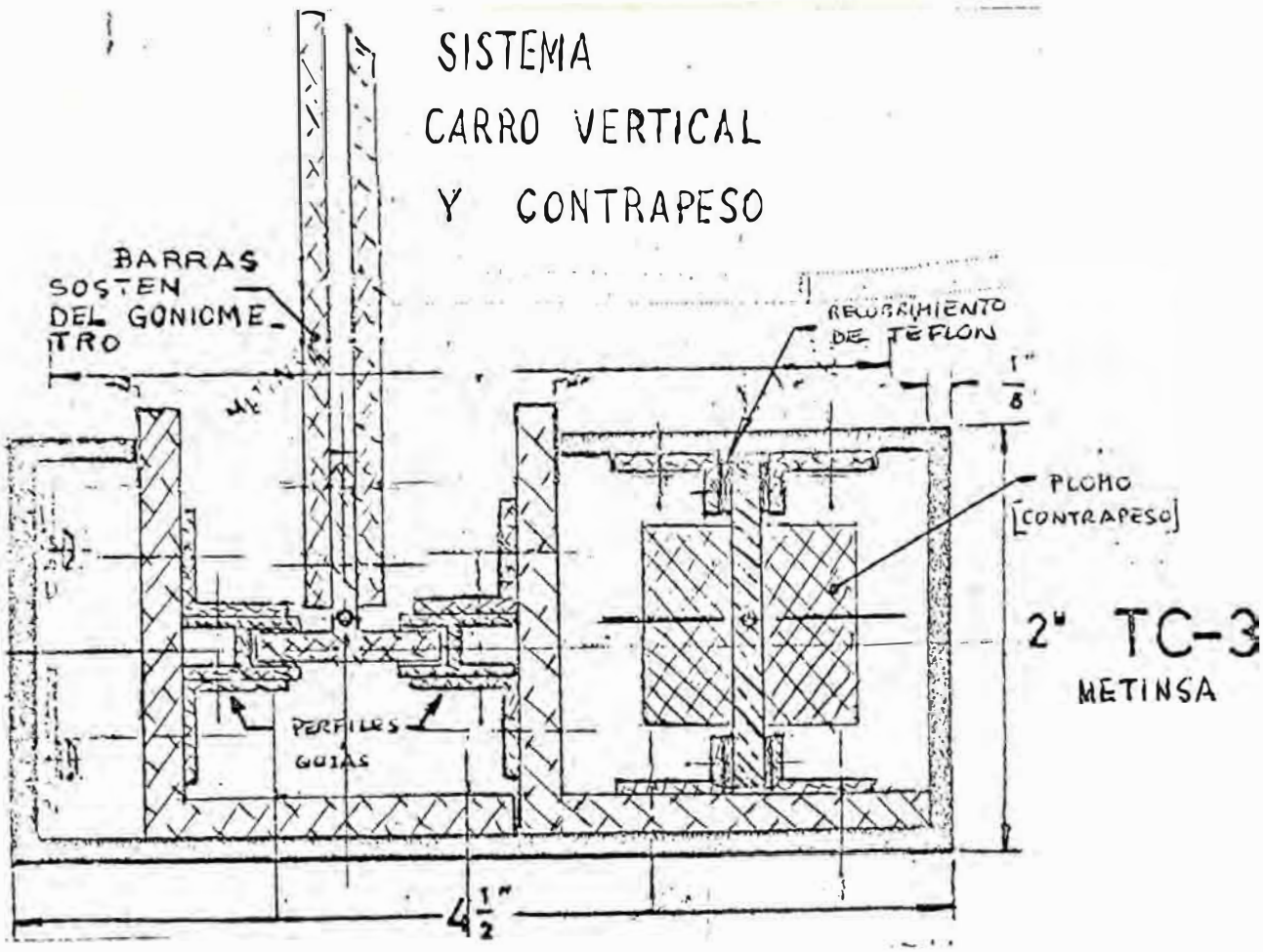
$$V_1 = \frac{25}{16} \text{ plg}^2 \times 891 \text{ plg} = 87.5 \text{ plg}^3$$

$$P_1 = 0.0975 \text{ lb/ plg}^3 \times 87.5 \text{ plg}^3 = 8.6 \text{ lbs.}$$

$$\boxed{P_1 = 8.6 \text{ lbs.}}$$

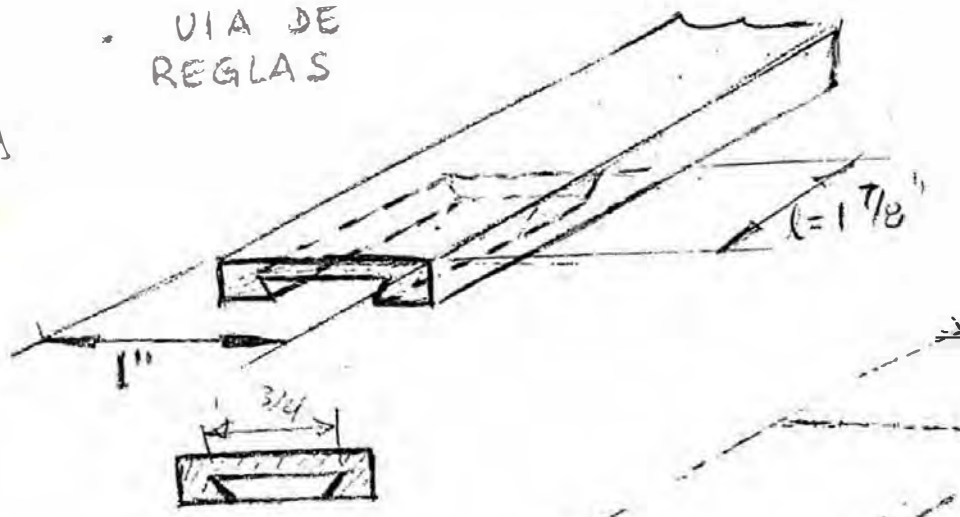
b) Perfiles guías del carro vertical y del contrapeso:

Longitud de los perfiles = 3' - 6 13/16" = $\frac{685''}{16}$

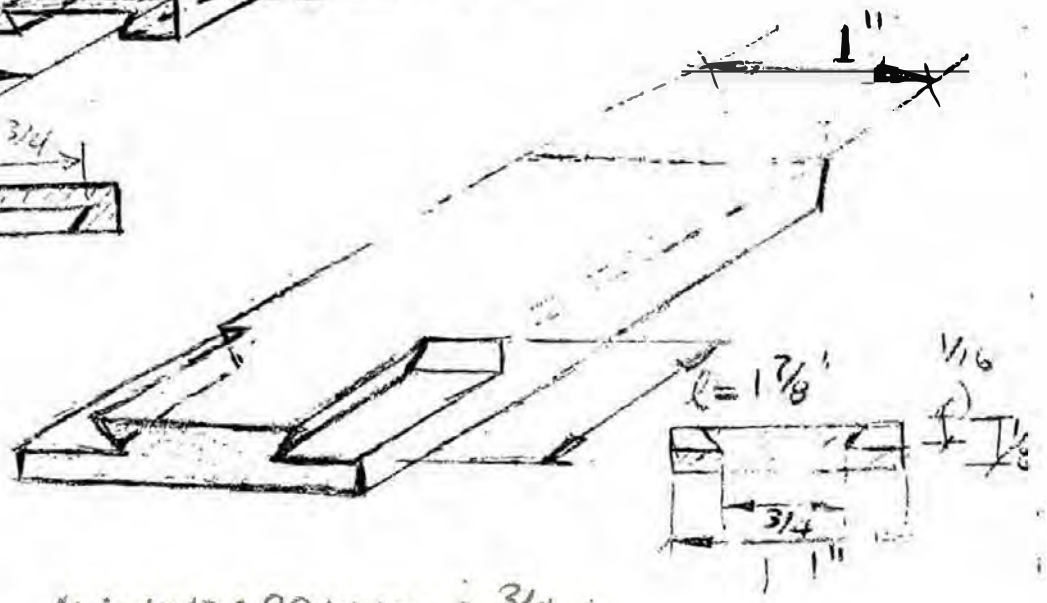


VIA DE REGLAS

A



B)



* COLA MILANO: 20 mm ≈ 3/4 :

Area de sección aproximada del conjunto de perfiles guías:

PERFIL	CANTIDAD	AREA DE SECCION(Plg^2)
ángulo 2 x 2 x 3/16	2	1.5
ángulo 1/2 x 1/2 x 1/16	8	0.5
Perfil: U - 18 METINSA	2	0.16
AREA DE SECCION TOTAL	=	2.16 plg.^{2}

Peso = Vol x γ Al

Vol = 2.16 plg^2 x longitud de los perfiles.

Vol = 2.16 plg^2 x $\frac{685 \text{ plg}}{16}$ = 92.5

Vol = 92.5 plg^3

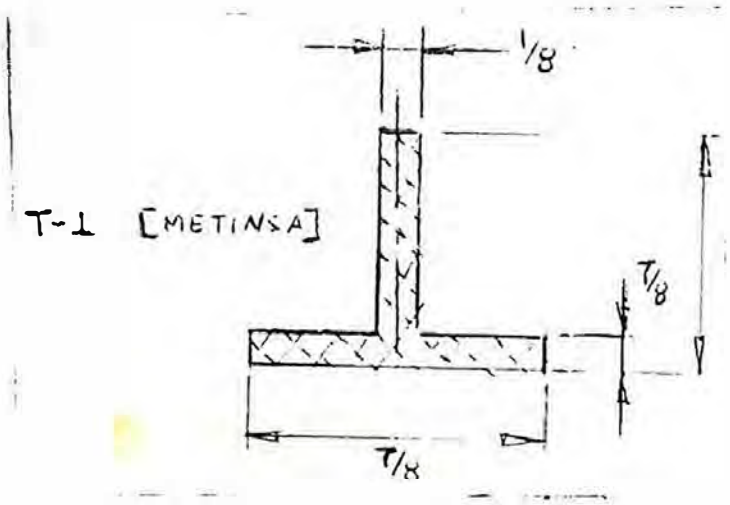
Peso: P_2

P_2 = 92.5 $\cancel{plg^3}$ x 0.0975 $\frac{lb}{\cancel{plg^3}}$ = 9 lbs.

P_2 = 9 lbs.

c).- Carro vertical y contrapeso:

El carro vertical es un perfil T que corre entre 2 perfiles H que son sus guías.



La longitud del carro es : 3 1/4"

Peso = P_3

P_3 = 2 (7/8 x 1/8) x 3 1/4 $\cancel{pl^3}$ x 0.0975 $\frac{lbs}{\cancel{pl^3}}$

P_3 = 7/32 x 13/4 x 0.0975 lbs.

P_3 = 0.07 lbs.

- El contrapeso debe tener un peso aproximado al del goniómetro y accesorios sumados al del carro vertical.

Peso del Contrapeso : = P_4

P_4 = 2.1. lbs.

d).- <u>Peso de las poleas y sus apoyos.</u>

Son 2 poleas de bronce de 2 3/16" Ø exterior con un peso aprox. c/u de 0.30 lbs.

Los apoyos son hechos con plancha de Al. de

1/8" espesor y en forma de "U" y de peso aprox. c/u de 1 lb .

P_5 = peso total = 2 (0.30 + 1) lbs.

$$\boxed{P_5 = 2.60 \text{ lbs.}}$$

Por lo tanto el peso total aproximado de la columna con sus accesorios será

$$\text{Peso total} = P_{tot.} = \sum_{i=1}^{5} Pi$$

$$P_{tot.} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

$$P_{tot.} = (8.6 + 9 + 0.07 + 2.1 + 2.6) \text{ lbs.}$$

$$P_{total} = 22.37 \text{ lbs.}$$

$$\boxed{P_{total} = 22.5 \text{ lbs.}}$$

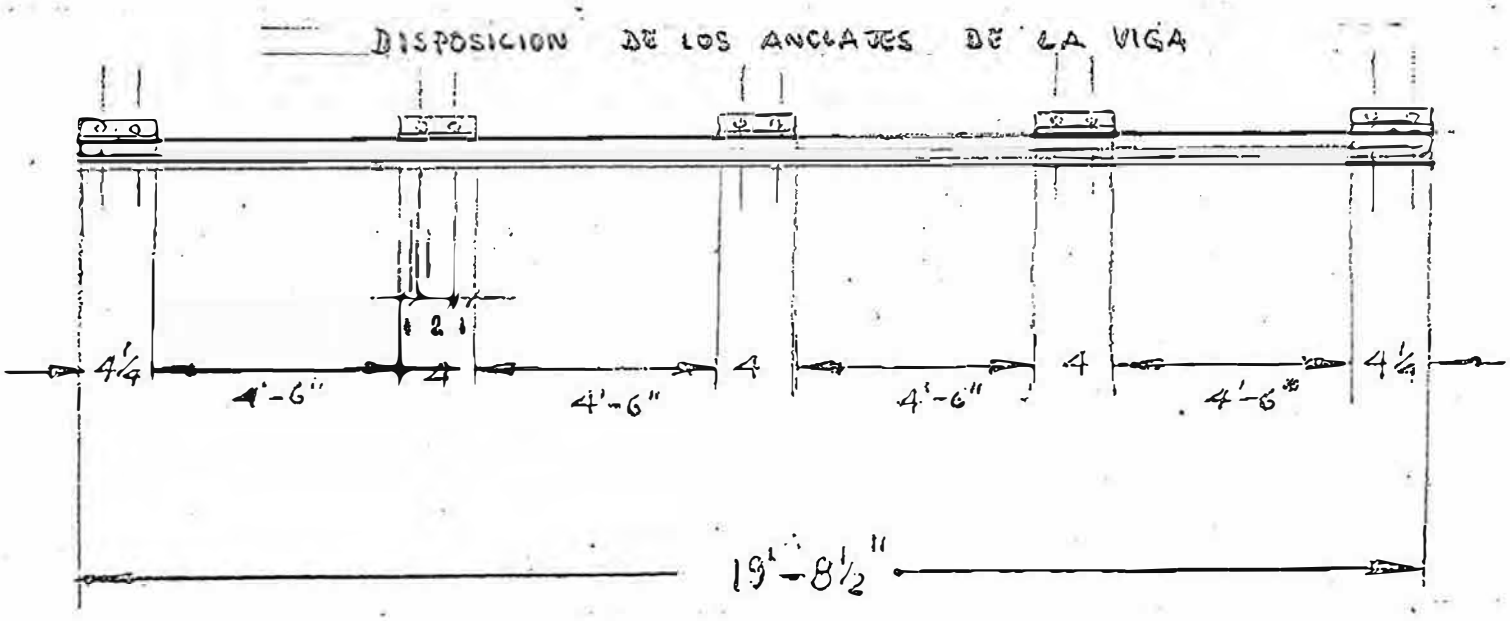
9.- Esfuerzos en la viga.

Vamos a apoyar la viga cada cierto espacio anclándola a la pared.

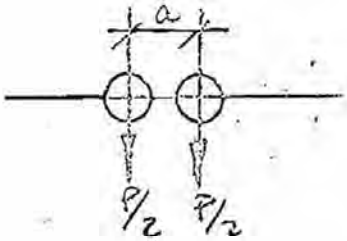
La viga la analizaremos en el caso más desfavorable, soportando entonces esfuerzo de flexión y corte.

(Ver diagrama de corte y de momento en la página siguiente).

Los anclajes Estaran dispuestos segun Muestra al sgte. Esquema:



La carga Aplicada sobre dicha Viga es:

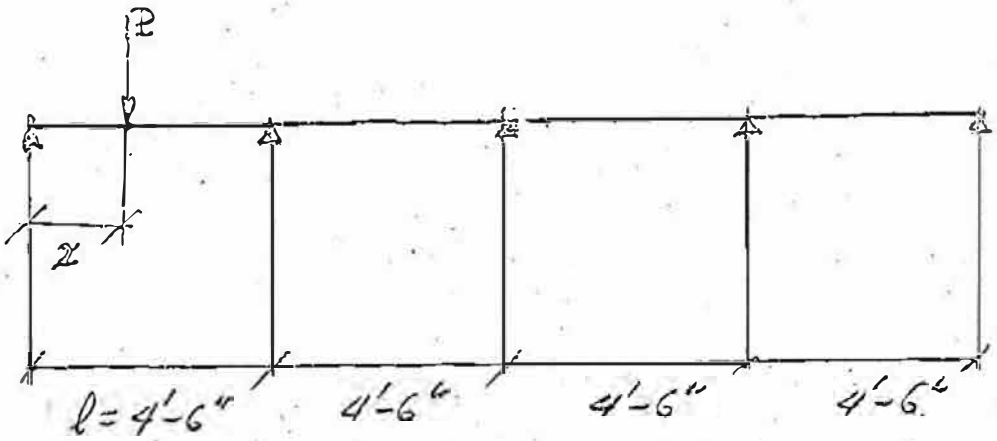


P = 24 Lbs.

a = 1"

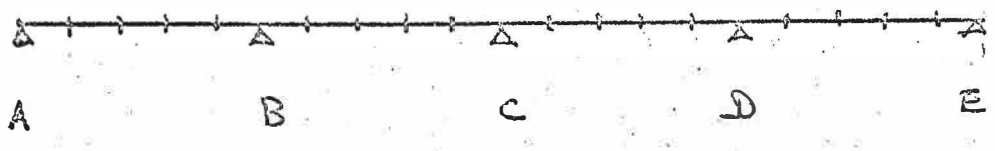
l = luz entre apoyos de la Viga = 4' - 6"

y dado que a< < l, considera para diseñar la viga una carga concentrada de P = 24 ~~Tn~~.

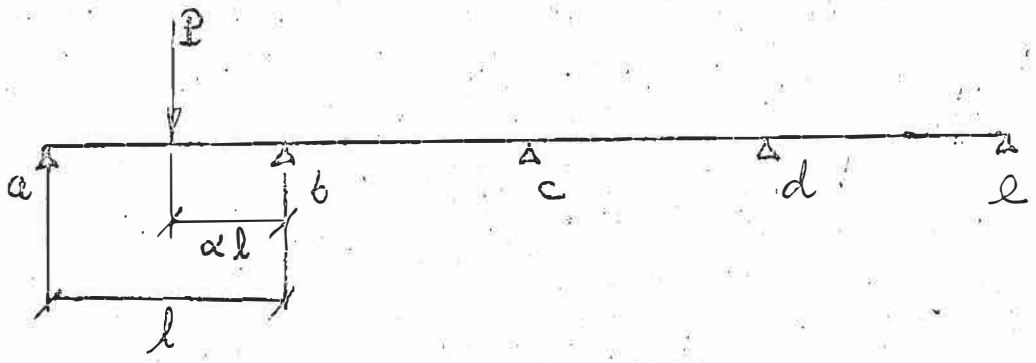


Para nuestra viga bastará analizar con la carga movil entre el primer y tercer apoyo, puesto que entre el tercer y quinto apoyo apareceran los mismos resultados que para el analisis anterior.

Vamos emplear el metodo de Cross para efectuar un analisis compuesto de la viga con la carga móvil. Para efectos del analisis dividiremos cada tramo en 5 sub-tramos.
Nuestro analisis por metodo de cross lo haremos para una carga unitaria (P = 1 lbs).



CARGA EN LE TRAMO A B



1.- <u>COEFICIENTES DE DISTRIBUCION:</u>

$$Cde'' = Cba : \frac{3}{4} = 0.40$$

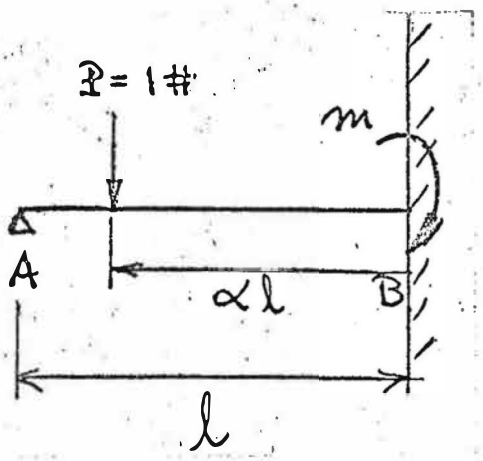
$$Cdc = Cbc : 1 = \frac{0.50}{1.00}$$

$$\frac{\frac{3}{4}}{1+3/4} = 0.40$$

$$\frac{1}{1+3/4} = 0.60$$

Ccb = Ccd = 0.5

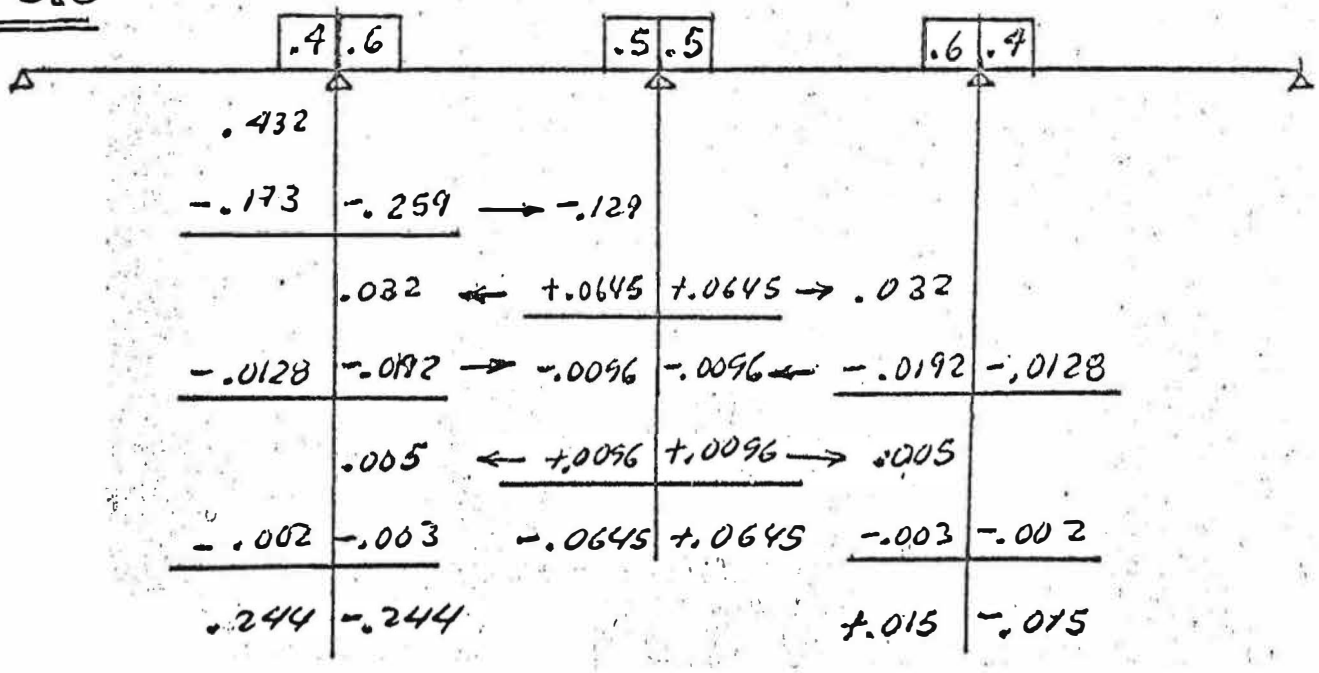
2.- MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO:



α = Fracción de la luz entre apoyos.
M = Momento de empotramiento

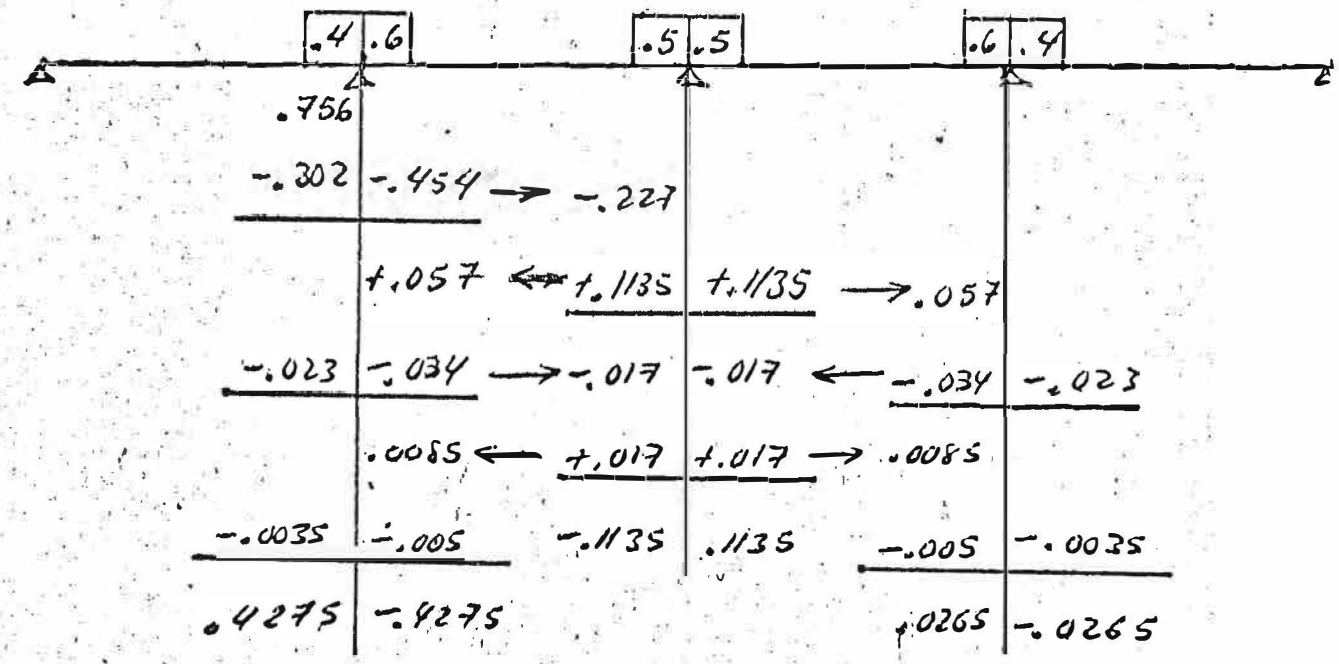
α	m (#-')
0.8	0.0960 l = 0.432
0.6	0.1680 l = 0.756
0.4	0.1920 l = 0.864
0.2	0.1440 l = 0.649

α = 0.8



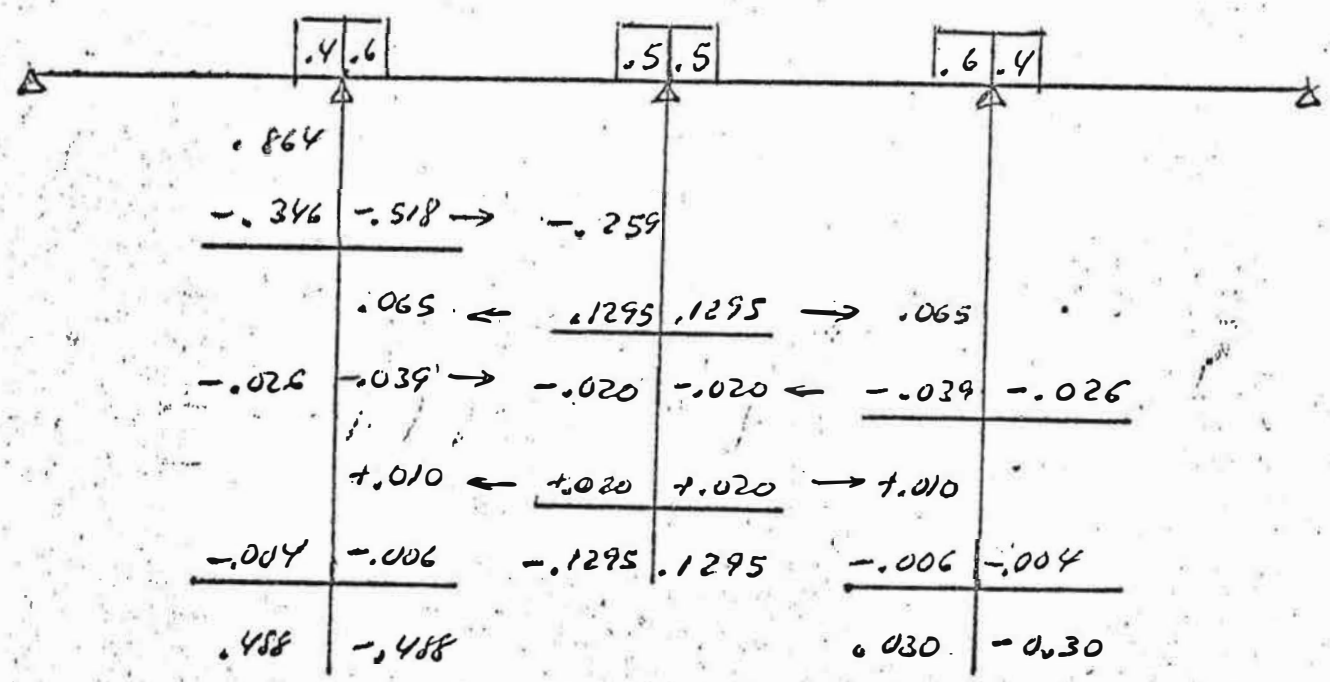
$M_{isostatico} = 0.72 P$

$\alpha = 0.6$



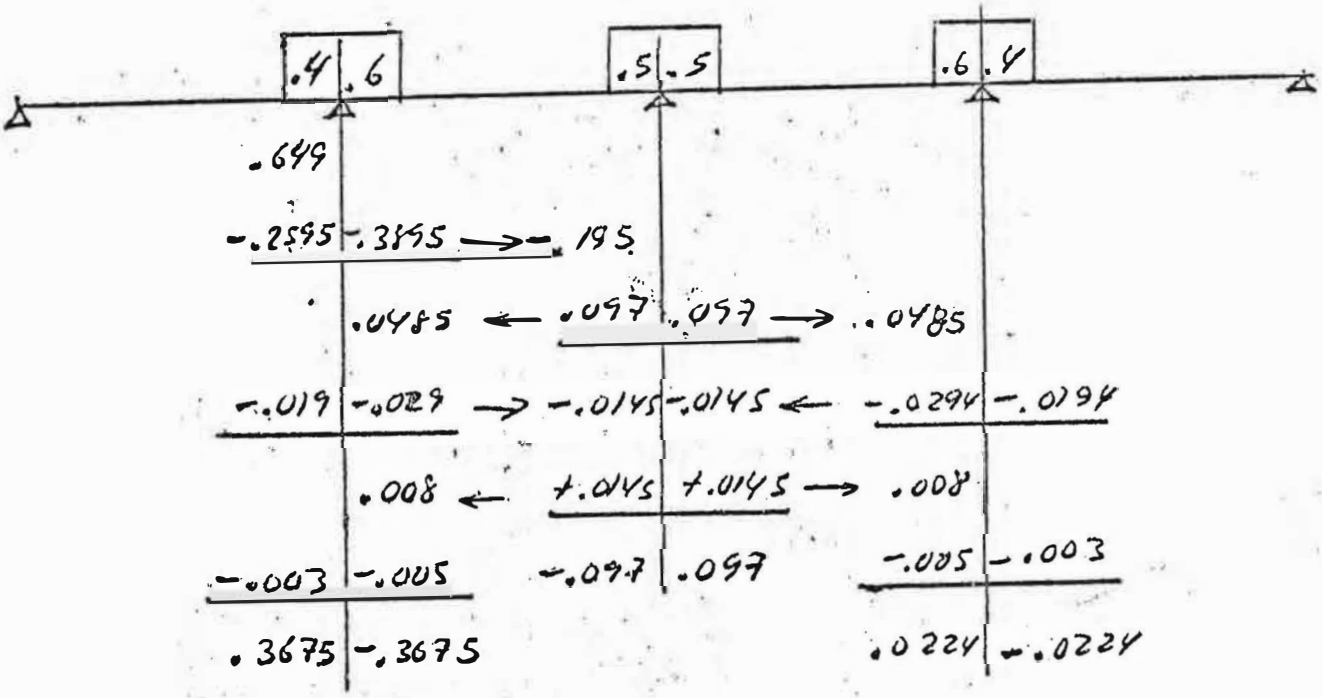
$M_{ISOSTATICO} = 1.08 P$

$\alpha = 0.4$



$M_{ISOSTATICO} = 1.08P$

$\alpha = 0.2$



$M_{ISOSTATICO} = 0.72\ P$

CARGA EN EL TRAMO B C

1.- COEFICIENTE DE DISTRIBUCION:

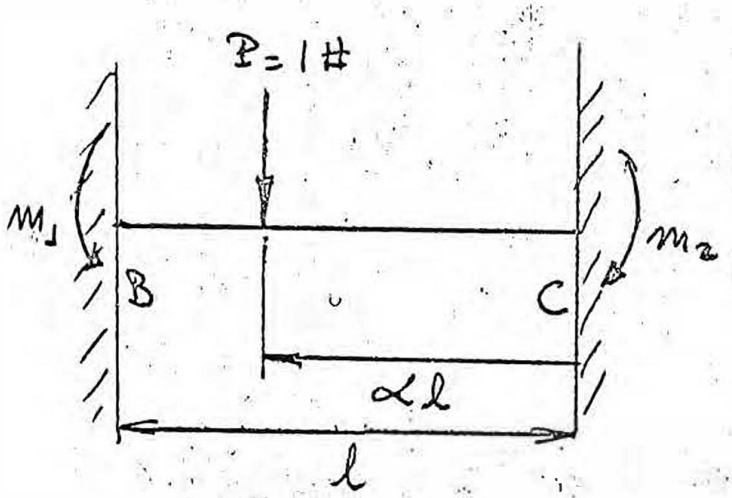
Cde = Cba = 3/4 = 0.40

Cdc = Cbc = 1 = 0.60

1.00

Ccb = Cca = 0.5

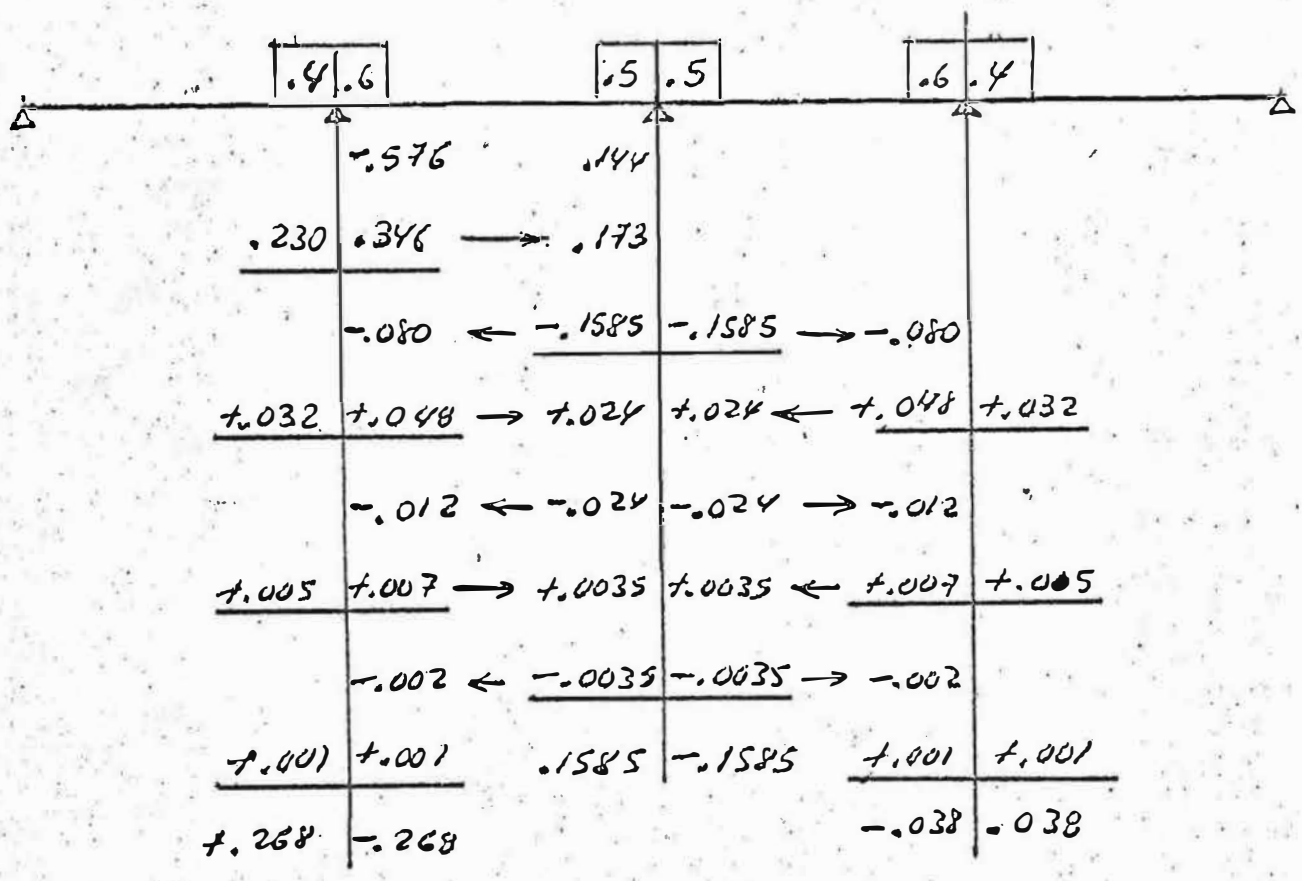
2.- MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO:



m_1 y m_2 = MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO.

α	m_1 (#-')	m_2 (#-1)
0.8	-.576	.144
0.6	-.648	.432
0.4	-.432	.648
0.2	-.144	.576

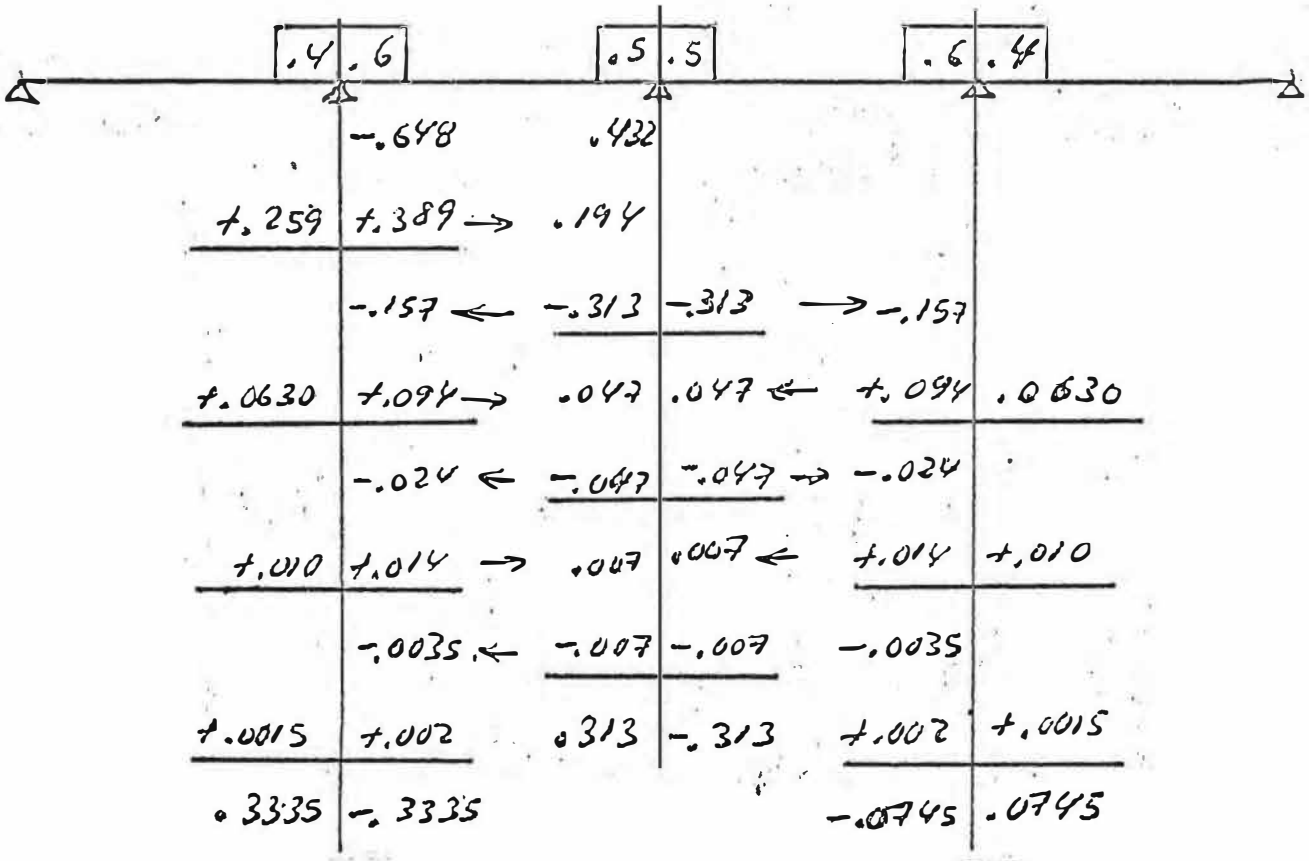
$\alpha = 0.8$



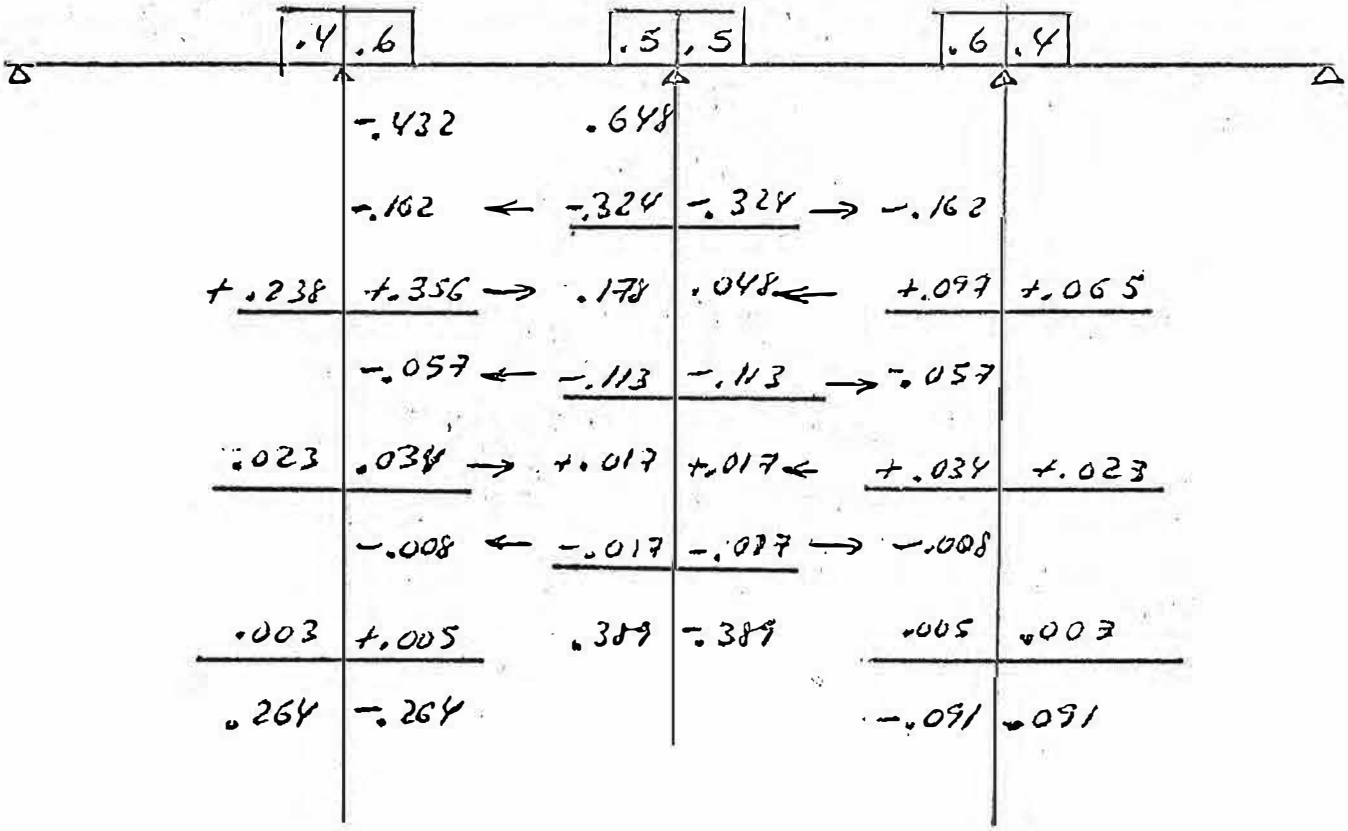
MISOSTATICO = 0.72 R

$\alpha = 0.6$

$M_{ISOSTATICO} = 1.08 P$

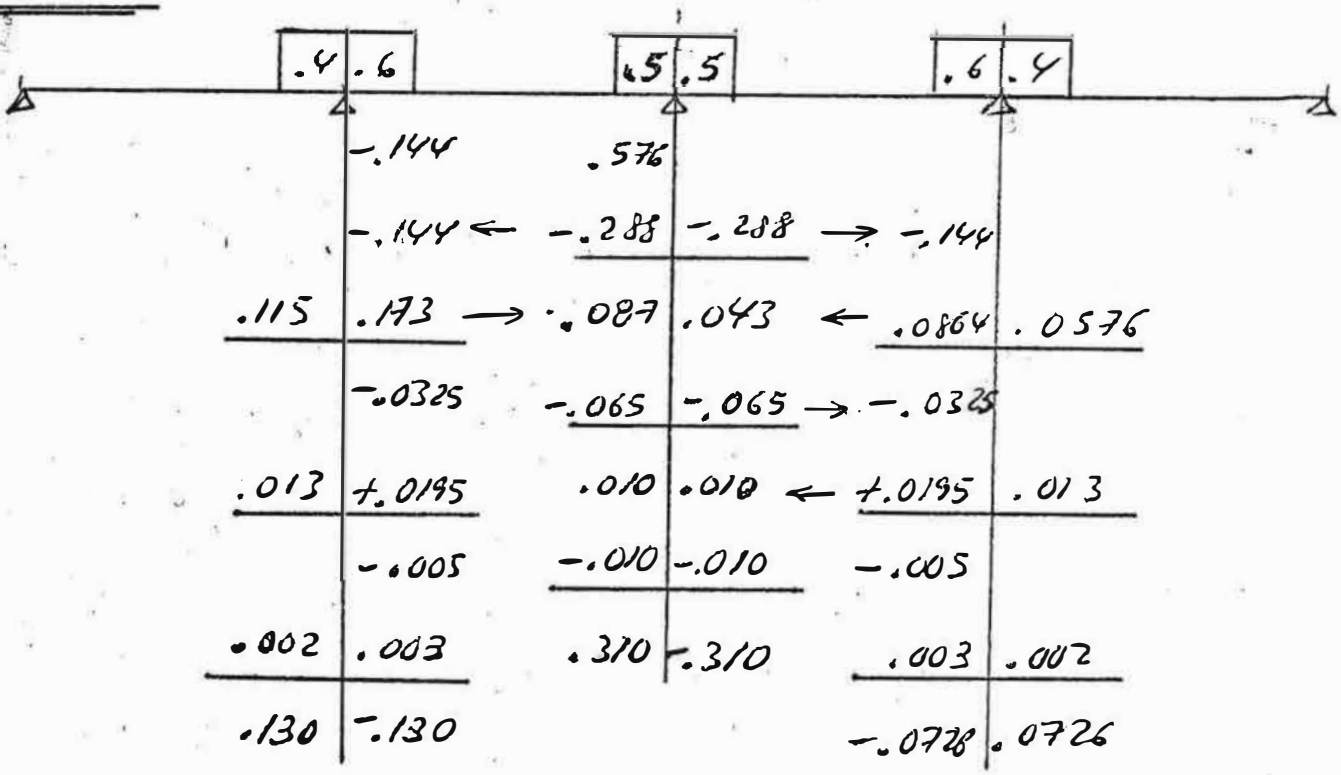


$\alpha = 0.4$



Misostatico = 1.08 P

$\alpha = 0.2$



$M_{isostatico} = 0.72\ P$

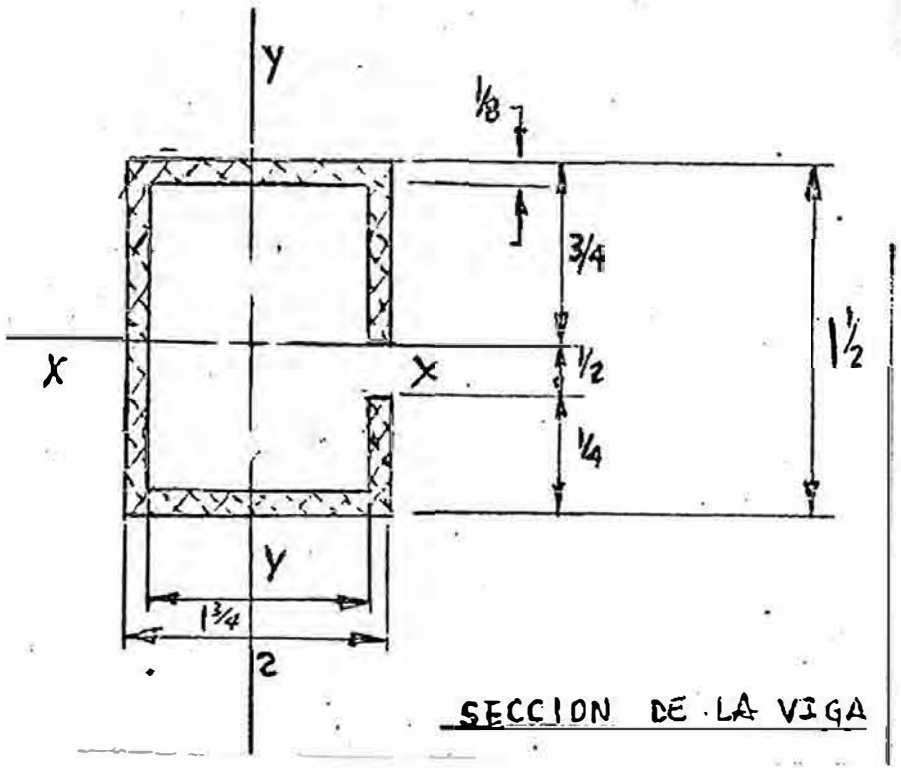
CONCLUSIONES:

De los diagramas de momentos vemos que el momento maximo ocurre en el tramo A-B, estando la carga aproximadamente a 0.61 del apoyo "B".

Mmáx = 22 lbs - pie

PROPIEDADES FISICAS DE LA VIGA:

1.- Peso aproximado : 0.889 lb/pie.



SECCION DE LA VIGA

2.- MOMENTO DE INERCIA: I x - x

$$I_{x-x} = \frac{2x(1.5)^3}{12} - \left[\frac{1.25 \times (1.25)^3}{12} + 0.5 \times 0.125) \times (0.25)^2\right]$$

$$I_{x-x} = 3.37 - \left(\frac{1.25 \times 1.95}{12} + 0.0625 \times 0.06.5\right)$$

$$I_{x-x} = 0.561 - (0.286 + 0.0039)$$

$$I_{x-x} = 0.561 - 0.2899$$

$$I_{x-x} = 0.271 \text{ plg}^4$$

3.- MOMENTO DE INERCIA: I_{y-y}

$$I_{y-y} = \frac{1.5 \times (2)^3}{12} - \frac{(1.75)^3 \times 1.25}{12} \text{ plg}^4$$

$$I_{y-y} = \frac{12 - 5.4 \times 1.25}{12} = \frac{12 - 6.75}{12} = \frac{5.25}{12}$$

$$I_{y-y} = 0.438 \text{ plg}^4$$

ESFUERZO MAXIMO ACTUANTE EN LA VIGA:

$$f = \frac{Mc}{Ix-x} = \frac{M}{I/c} = \frac{M}{Sx}$$

$$f = \frac{M}{Sx}$$

M = Momento Máximo = 22 lbs-pie

M = 264 lbs-plg

Sx = Modulo de Sección

$$Sx = \frac{I\ x-x}{} = \frac{0.271 \text{ plg}^4}{0.750 \text{ plg}} = 0.361 \text{ plg}^3$$

$$Sx = 0.361 \text{ plg}^3$$

Luego:

$$f = \frac{264 \text{ lbs}}{0.36\ 1} = 0.73 \text{ Ksi}$$

$$f = 0.73 \text{ Ksi}$$

ESFUERZO ADMISIBLE EN LA VIGA:

Para ello nos hemos basado en las nociones de la ASTM y publicadas por " The Aluminum Association", en una obra llamada " Aluminum construction manual ", que contiene las normas para el diseño estructural del aluminio.
Para entrar a la tabla 3.3.27 del " Aluminum Construction Manual " (Aleación 6063 - T6), necesitamos el valor de: $\frac{L\ G}{Ix-x}$ para saber que escoger:

Luego:

$$\frac{L\ S}{Ix-x} = \frac{54 \text{ plg} \times 0.361 \text{ plg}^3}{0.438 \text{ plg}^4} = 44.6$$

$$\frac{L\ S}{Ix-x} = 44.6$$

TABLE 3.3.1a (cont'd)

Alloy And Temper	Product*	Thickness Range* in.	TENSION F_{tu}† ksi	TENSION F_{ty}† ksi	COMPRESSION F_{cy} ksi	SHEAR F_{su} ksi	SHEAR F_{sy} ksi	BEARING F_{bu} ksi	BEARING F_{by} ksi	Compressive Modulus of Elasticity‡ E ksi
5050-H32	Sheet	0.017-0.249	22	16	14	14	9	44	27	10,100
-H34	Sheet	0.009-0.249	25	20	18	15	12	50	32	10,100
-H32	Rolled Rod & Bar Drawn Tube	All	22	16	15	13	9	44	27	10,100
-H34	Rolled Rod & Bar Drawn Tube	All	25	20	19	15	12	50	32	10,100
5052-H32	(Sheet & Plate	All	31	23	21	19	13	60	39	10,200
-H34	Rolled Rod & Bar Drawn Tube)	All	34	26	24	20	15	65	44	10,200
-H36	Sheet	0.006-0.162	37	29	26	22	17	70	46	10,200
5083-H111	Extrusions	up thru 0.500	40	24	21	24	14	78	41	10,400
-H111	Extrusions	0.501 and over	40	24	21	23	14	78	38	10,400
-H321	Sheet & Plate	0.188-1.500	44	31	26	26	18	84	53	10,400
-H323	Sheet	0.051-0.249	45	34	32	26	20	88	58	10,400
-H343	Sheet	0.051-0.249	50	39	37	29	23	95	66	10,400
-H321	Plate	1.501-3.000	41	29	24	24	17	78	49	10,400
5086-H111	Extrusions	up thru 0.500	36	21	18	21	12	70	36	10,400
-H111	Extrusions	0.501 and over	36	21	18	21	12	70	34	10,400
-H112	Plate	0.250-0.499	36	18	17	22	10	72	31	10,400
-H112	Plate	0.500-1.000	35	16	16	21	9	70	28	10,400
-H112	Plate	1.001-2.000	35	14	15	21	8	70	28	10,400
-H112	Plate	2.001-3.000	34	14	15	21	8	68	28	10,400
-H32	(Sheet & Plate)	All	40	28	26	24	16	78	48	10,400
-H34	(Drawn Tube)	All	44	34	32	26	20	84	58	10,400
5454-H111	Extrusions	up thru 0.500	33	19	16	20	11	64	32	10,400
-H111	Extrusions	0.501 and over	33	19	16	19	11	64	30	10,400
-H112	Extrusions	up thru 5.000	31	12	13	19	7	62	24	10,400
-H32	Sheet & Plate	0.020-2.000	36	26	24	21	15	70	44	10,400
-H34	Sheet & Plate	0.020-1.000	39	29	27	23	17	74	49	10,400
5456-H111	Extrusions	up thru 0.500	42	26	22	25	15	82	44	10,400
-H111	Extrusions	0.501 and over	42	26	22	24	15	82	42	10,400
-H112	Extrusions	up thru 5.000	41	19	20	24	11	82	38	10,400
-H321	Sheet & Plate	0.188-1.250	46	33	27	27	19	87	56	10,400
-H321	Plate	1.251-1.500	44	31	25	25	18	84	53	10,400
-H321	Plate	1.501-3.000	41	29	25	25	17	82	49	10,400
-H323	Sheet	0.051-0.249	48	36	34	28	21	94	61	10,400
-H343	Sheet	0.051-0.249	53	41	39	31	24	101	70	10,400
6061-T6,T651	Sheet & Plate	0.010-4.000	42	35	35	27	20	88	58	10,100
-T6	Extrusions	up thru 3.000	38	35	35	24	20	80	56	10,100
-T6,T651	Rolled Rod & Bar	up thru 8.000	42	35	35	27	20	88	56	10,100
-T6	Drawn Tube	0.025-0.500	42	35	35	27	20	88	56	10,100
-T6	Pipe	up thru 0.999	42	35	35	27	20	88	56	10,100
-T6	Pipe	over 0.999	38	35	35	24	20	80	56	10,100
6063-T5	Extrusions	up thru 0.500	22	16	16	13	9	46	26	10,100
-T5	Extrusions	over 0.500	21	15	15	12	8.5	44	24	10,100
-T6	Extrusions Pipe	All	30	25	25	19	14	63	40	10,100

*Most product and thickness ranges are taken from The Aluminum Association's 1968 edition of "Aluminum Standards and Data".

† F_{tu} and F_{ty} are minimum specified values (except for Alclad 3004-H14, -H16 and F_{ty} for Alclad 3003-H18) other strength properties are corresponding minimum expected values.

‡For deflection calculations an average modulus of elasticity is used; numerically this is 100 ksi lower than the values in this column.

**These tempers are primarily used for corrugated roofing and siding products.

Table 3.3.27 Allowable Stresses for BUILDING and Similar Type Structures

6063 – T6

Extrusions, Pipe

Type of Stress	Type of Member or Component	Spec. No.	Allowable Stress, ksi	
TENSION, axial, net section	Any tension member:	1	15	6.5
TENSION IN BEAMS, extreme fiber, net section	Rectangular tubes, structural shapes bent about strong axis	2	15	6.5
	Round or oval tubes	3	18	8.0
	Rectangular bars, plates, shapes bent about weak axis	4	20	8.5
BEARING	On rivets and bolts	5	24	13.5
	On flat surfaces and pins	6	16	9.0

			Allowable Stress, ksi, Slenderness ≤ S_1	Slenderness Limit, S_1	Allowable Stress, ksi Slenderness Between S_1 and S_2	Slenderness Limit, S_2	Allowable Stress, ksi Slenderness ≥ S_2
COMPRESSION IN COLUMNS, axial, gross section	All columns	7	13.5	$\frac{L}{r} = 9.5$	$14.2-0.074\frac{L}{r}$	$\frac{L}{r} = 78$	$\frac{51,000}{(L/r)^2}$
			6.5	– – –	6.5	$\frac{L}{r} = 89$	$\frac{51,000}{(L/r)^2}$
COMPRESSION IN COMPONENTS OF COLUMNS, gross section	Outstanding flanges and legs	8	13.5	$\frac{b}{t} = 5.7$	$16.1-0.46\frac{b}{t}$	$\frac{b}{t} = 15$	$\frac{1,970}{(b/t)^2}$
			6.5	– – –	6.5	$\frac{b}{t} = 17$	$\frac{1,970}{(b/t)^2}$
	Flat plates with both edges supported	9	13.5	$\frac{b}{t} = 18$	$16.1-0.144\frac{b}{t}$	$\frac{b}{t} = 39$	$\frac{410}{(b/t)}$
			6.5	– – –	6.5	$\frac{b}{t} = 63$	$\frac{410}{(b/t)}$
	Curved plates supported on both edges, walls of round or oval tubes	10	13.5	$\frac{R}{t} = 18$	$15.6-0.50\sqrt{\frac{R}{t}}$	$\frac{R}{t} = 188$	$\frac{3,200}{(R/t)(1+\sqrt{R/t}/35)^2}$
			6.5	$\frac{R}{t} = 10$	$7.2-0.22\sqrt{\frac{R}{t}}$	$\frac{R}{t} = 510$	$\frac{3,200}{(R/t)(1+\sqrt{R/t}/35)^2}$
COMPRESSION IN BEAMS, extreme fiber, gross section	Single web beams bent about strong axis	11	15	$\frac{L_b}{r_y} = 23$	$16.7-0.073\frac{L_b}{r_y}$	$\frac{L_b}{r_y} = 94$	$\frac{87,000}{(L_b/r_y)^2}$
			6.5	– – –	6.5	$\frac{L_b}{r_y} = 116$	$\frac{87,000}{(L_b/r_y)^2}$
	Round or oval tubes	12	18	$\frac{R_b}{t} = 33$	$27.7-1.70\sqrt{\frac{R_b}{t}}$	$\frac{R_b}{t} = 102$	Same as Specification No. 10
			8	$\frac{R_b}{t} = 62$	$12.8-0.61\sqrt{\frac{R_b}{t}}$	$\frac{R_b}{t} = 206$	Same as Specification No. 10
	Solid rectangular beams	13	20	$\frac{d}{t}\sqrt{\frac{L_b}{d}} = 15$	$27.9-0.53\frac{d}{t}\sqrt{\frac{L_b}{d}}$	$\frac{d}{t}\sqrt{\frac{L_b}{d}} = 35$	$\frac{11,400}{(d/t)^2(L_b/d)}$
			8.5	– – –	8.5	$\frac{d}{t}\sqrt{\frac{L_b}{d}} = 37$	$\frac{11,400}{(d/t)^2(L_b/d)}$
	Rectangular tubes and box sections	14	15	$\frac{L_bS_c}{I_y} = 145$	$16.7-0.141\sqrt{\frac{L_bS_c}{I_y}}$	$\frac{L_bS_c}{I_y} = 2380$	$\frac{24,000}{(L_bS_c/I_y)}$
			6.5	– – –	6.5	$\frac{L_bS_c}{I_y} = 3690$	$\frac{24,000}{(L_bS_c/I_y)}$
COMPRESSION IN COMPONENTS OF BEAMS, (component under uniform compression), gross section	Outstanding flanges	15	15	$\frac{b}{t} = 7.4$	$19.0-0.54\frac{b}{t}$	$\frac{b}{t} = 12$	$\frac{152}{(b/t)}$
			6.5	– – –	6.5	$\frac{b}{t} = 23$	$\frac{152}{(b/t)}$
	Flat plates with both edges supported	16	15	$\frac{b}{t} = 24$	$19.0-0.170\frac{b}{t}$	$\frac{b}{t} = 39$	$\frac{480}{(b/t)}$
			6.5	– – –	6.5	$\frac{b}{t} = 74$	$\frac{480}{(b/t)}$
COMPRESSION IN COMPONENTS OF BEAMS, (component under bending in own plane), gross section	Flat plates with compression edge free, tension edge supported	17	20	$\frac{b}{t} = 9.8$	$27.9-0.81\frac{b}{t}$	$\frac{b}{t} = 23$	$\frac{4,900}{(b/t)^2}$
			8.5	– – –	8.5	$\frac{b}{t} = 24$	$\frac{4,900}{(b/t)^2}$
	Flat plates with both edges supported	18	20	$\frac{h}{t} = 51$	$27.9-0.155\frac{h}{t}$	$\frac{h}{t} = 90$	$\frac{1,260}{(h/t)}$
			8.5	– – –	8.5	$\frac{h}{t} = 148$	$\frac{1,260}{(h/t)}$
	Flat plates with horizontal stiffener, both edges supported	19	20	$\frac{h}{t} = 118$	$27.9-0.067\frac{h}{t}$	$\frac{h}{t} = 209$	$\frac{2,900}{(h/t)}$
			8.5	– – –	8.5	$\frac{h}{t} = 340$	$\frac{2,900}{(h/t)}$
SHEAR IN WEBS, gross section	Unstiffened flat webs	20	8.5	$\frac{h}{t} = 39$	$10.7-0.056\frac{h}{t}$	$\frac{h}{t} = 78$	$\frac{39,000}{(h/t)^2}$
			3.9	– – –	3.9	$\frac{h}{t} = 100$	$\frac{39,000}{(h/t)^2}$
	Stiffened flat webs $a_0 = a_1\Big/\sqrt{1+0.7(a_1/a_2)^2}$	21	8.5	– – –	8.5	$\frac{a_0}{t} = 79$	$\frac{53,000}{(a_0/t)^2}$
			3.9	– – –	3.9	$\frac{a_0}{t} = 117$	$\frac{53,000}{(a_0/t)^2}$

WHITE BARS apply to nonwelded members and to welded members at locations farther than 1.0 in. from a weld. SHADED BARS apply within 1.0 in. of a weld.

Segun la tabla, para valores menores que 145, el esfuerzo permisible es: 15 Ksi

ESFUERZO PERMISIBLE: 15 Ksi

Ya que el esfuerzo actuante es menor que el esfuerzo permisible (0.73 Ksi < 15 Ksi); la viga no nos fallará para flexión.

CHEQUEO DE LOS ANCLAJES

El caso mas desfavorable seria cuando la carga esté justo a la altura de los anclajes.
Como son 2 tornillos autoconstantes de aluminio de 3/16 ∅ por anclaje.
Area de esfuerzo de C/tornillo = As = 0.025 plg^2
Carga = P = 24 lbs.
Analizando el corte Directo que existirá a :
Area = 2 As (2 tornillos)

$$V = \frac{P}{2As} = \frac{24\ lbs}{2 \times 0.025 plg^2} = 0.96\ Ksi$$

$$V = 0.48\ Ksi$$ Esfuerzo de corte directo.

Segun el " Aluminum construction manual " (tabla 3.3.1.a) para aleación 6063 - T6, se tiene un esfuerzo de fluencia debido al corte Fsy = 14 Ksi.
Como esfuerzo de corte admisible (de diseño) tomo:

$$Fsd = 0.6 \times 14 = 8.4\ Ksi$$

Luego:

ESFUERZO ADMISIBLE POR CORTE = 8.4 Ksi

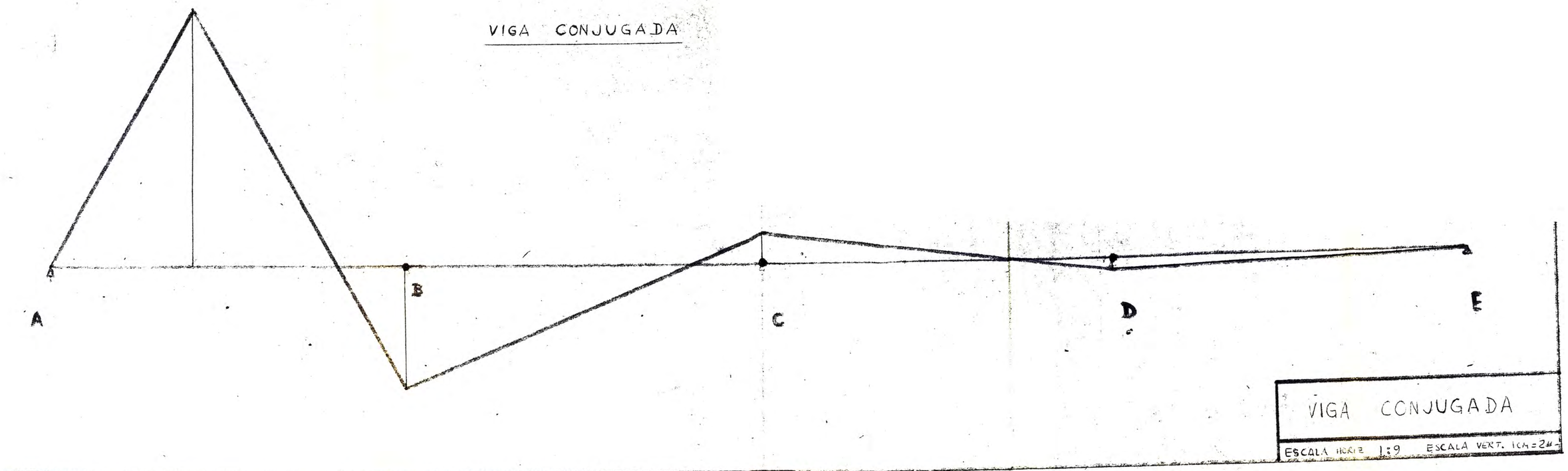
El esfuerzo de corte directo es menor que el esf. de corte admisible (0.48 Ksi < 8.4 Ksi); Luego nuestros anclajes soportaran el corte existente.

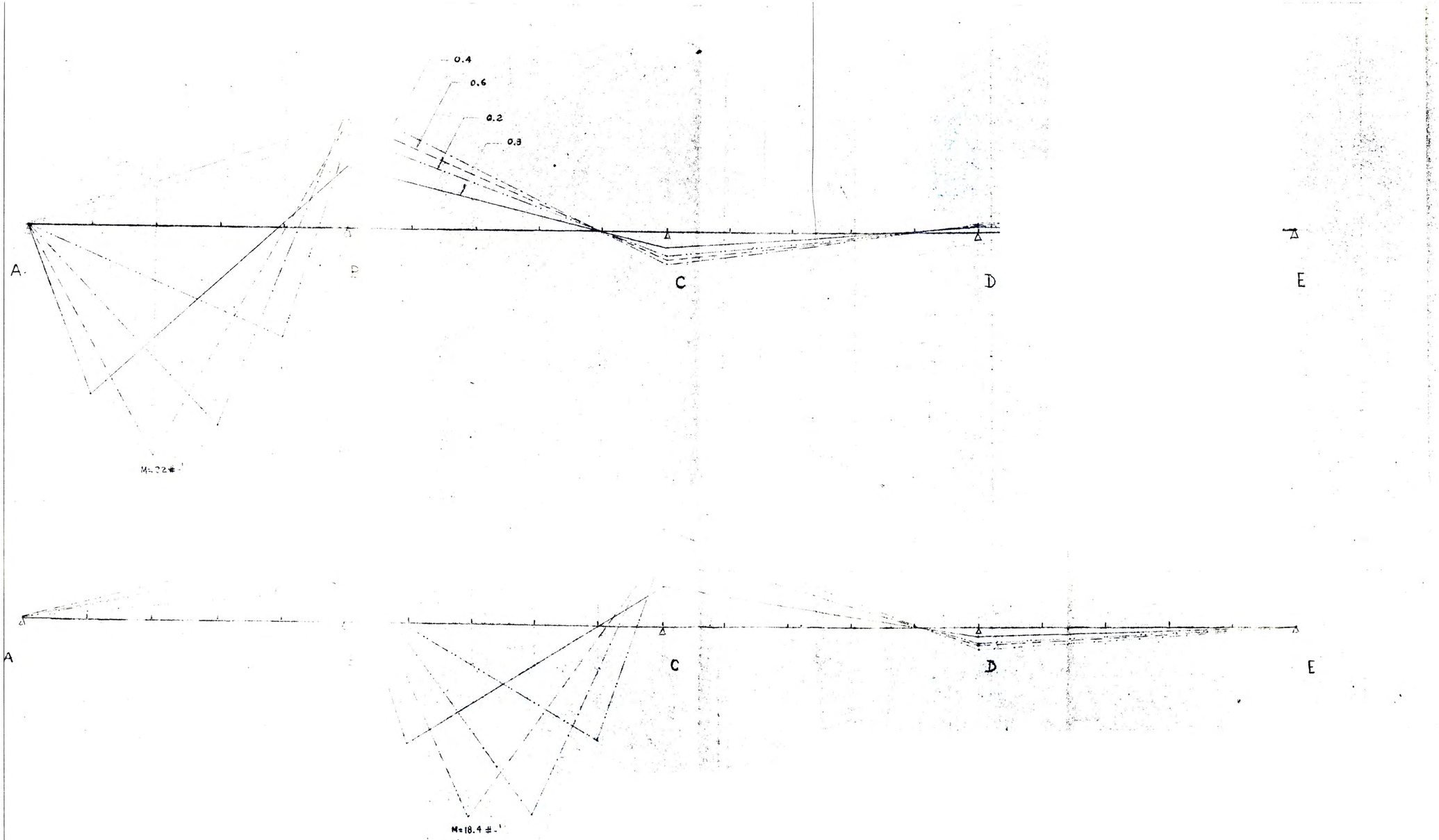
CALCULO DEL ANGULO DE FLEXION MAXIMA DE LA VIGA

Tratandose de un elemento de cierta posición (tecnigrafo), conviene saber con que error angular estamos trabajando en nuestros trazos.- esto lo sabremos conociendo el ángulo de reflexión de la viga.

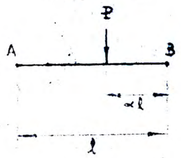
Analizo para el caso mas favorable o sea cuando se produce el máximo momento, es decir teniendo la carga en el 1er tramo AB, distante 0,6 l por apoyo "B".
El análisis lo haré en el "Metodo de la viga Conjugada", es decir cargamos nuestra viga con el diagrama de momentos, en esta viga los constantes en cualquier sección son los ángulos de giro(en radianes) de la viga.

VIGA CONJUGADA





CARGA EN EL TRAMO A-B



CARGA EN EL TRAMO B-C

DIAGRAMA DE MOMENTOS DE LA VIGA	
ESCALA HORIZ = 1:9	ESCALA VERT. 1cm = 2 t-m

$E = 10.1 \times 10^{-3}$ Ksi (aluminio)

$I = 0.271$ plg4

$$\frac{1}{EI} = \frac{1}{10.1 \times 10^{-6} \times 0.271} = \frac{10^{-6}}{2.74 \text{ lb-plg}^2} \times \frac{144 \text{ plg}^2}{\text{pie}^2} =$$

$$\frac{1}{EI} = \frac{52.6 \times 10^{-6}}{\text{lb-pie}^2}$$

EN LA VIGA CONJUGADA

$$P\ 1 = \frac{1}{2} \times 1.78 \times 22 \times 52.6 \times 10^{-6} = 1.030 \times 10^{-3} \text{ Radianes}$$

$$P\ 2 = \frac{1}{2} \times 1.87 \times 22\text{lb-1} \times \frac{52.6 \times 10^{-6}}{\text{lb-pie}^2} = 1.085 \times 10^{-3} \text{ RAD}$$

$$P\ 3 = \frac{1}{2} \times 0.90' \times 10.4 \text{ lbs-pie} \times \frac{52.6 \times 10^{-6}}{\text{lb-pie}^2} = 0.248 \times 10^{-3} \text{ RAD.}$$

$$P\ 4 = \frac{1}{2} \times 3.55' \times 10.401\text{lbs-pie} \times \frac{52.6 \times 10^{-6}}{\text{lb-pie}^2} = 0.900 \times 10^{-3} \text{ RAD.}$$

$$P\ 5 = \frac{1}{2} \times 0.90' \times 2.70 \text{ lbs-pie} \times \frac{52.6 \times 10^{-6}}{\text{lb-pie}^2} = 0.060 \times 10^{-3} \text{ RAD.}$$

$$P\ 6 = \frac{1}{2} \times 3.30' \times 2.70 \text{ lbs-pie} \times \frac{52.6 \times 10^{-6}}{\text{lb-pie}^2} = 0.235 \times 10^{-3} \text{ RAD.}$$

$$P\ 7 = \frac{1}{2} \times 1.24' \times 0.90 \text{ lbs-pie} \times \frac{52.6 \times 10^{-6}}{\text{lb-pie}^2} = 0.0294 \times 10^{-3} \text{ RAD.}$$

$$P\ 8 = \frac{1}{2} \times 4.50' \times 0.90 \text{ lbs-pie} \times \frac{52.6 \times 10^{-6}}{\text{lb-pie}^2} = 0.107 \times 10^{-3} \text{ RAD.}$$

$$\Sigma M_{B'} = 0$$

$$P_1 \left(1.78 + 0.90 + \frac{1.78}{3}\right) + P2 \left(0.90 + \frac{2}{3} + 1.87\right) - P3\,(0.30) - RA'\,(4.46) = 0$$

$$P1\,(3.364) + P2\,(2.147) - P3\,(0.30) = RA'\,(4.46)$$

REEMPLAZANDO VALORES:

$$\frac{1.03 \times 10^{-3} \times 3.364 + 1.85 \times 10^{-3} \times 2.147 - 0.248 \times 10^{-3} \times 0.30}{4.46} = RA'$$

$$RA' = 10^{-3}\,\frac{(3.47 + 2.334 - 0.0744)}{4.46}$$

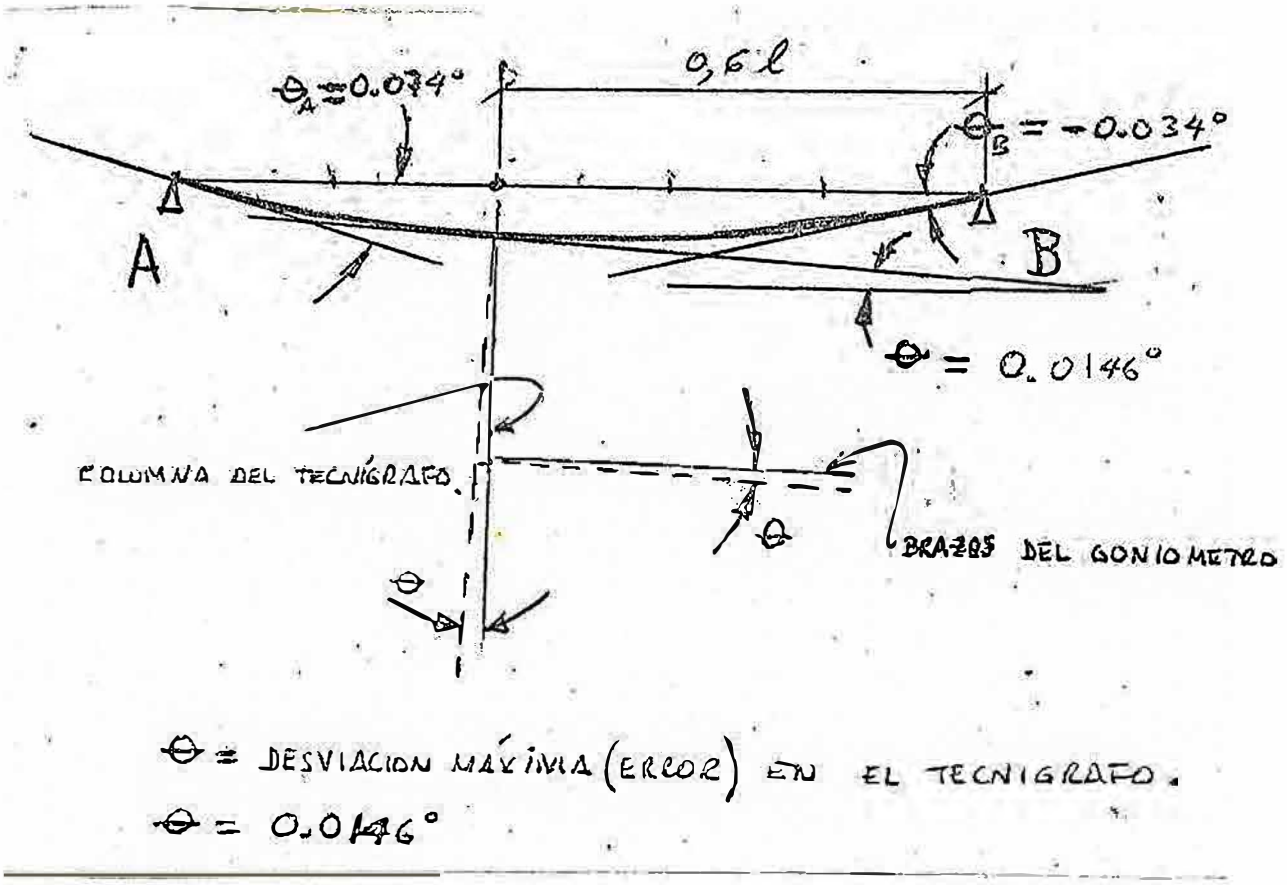
$$RA' = \theta A = \frac{5.7296}{4.46} \times 10^{-3} = 1.284 \times 10^{-3}\ \text{RAD.}$$

$$\boxed{\theta A = 1.284 \times 10^{-3}\ \text{RAD.} = 0.074^{\circ}}$$

$$1.284 \times 10^{-3} - 1.03 - 1.095 \times 10^{-3} + 0.248 \times 10^{-3} = \theta B$$

$$10^{-3}\,(1.532 - 2.115) = 0.583 \times 10^{-3}\ \text{RAD.} = \theta B$$

$$\boxed{\theta B = 0.583 \times 10^{-3}\ \text{RAD.} = 0.034^{\circ}}$$



Por lo tanto para la posición del Tecnígrafo a 0.6 l del apoyo "B" en el tramo A B (caso más desfavorable) se tendrá alli una pendiente de la viga en dicho punto:

$\bar{\theta} = \theta A - P = 1.284 \times 10^{-3} - 1.030 \times 10^{-3}$ RAD.

$\bar{\theta} = 0.254 \times 10^{-3}$ RADIANES = 0.0146°

vemos que este angulo va a ser el angulo de desviación de los brazos horinzontales del Tecnígrafo.

Este angulo es tan bajo que NO nos afecta en nuestra precision deseada.

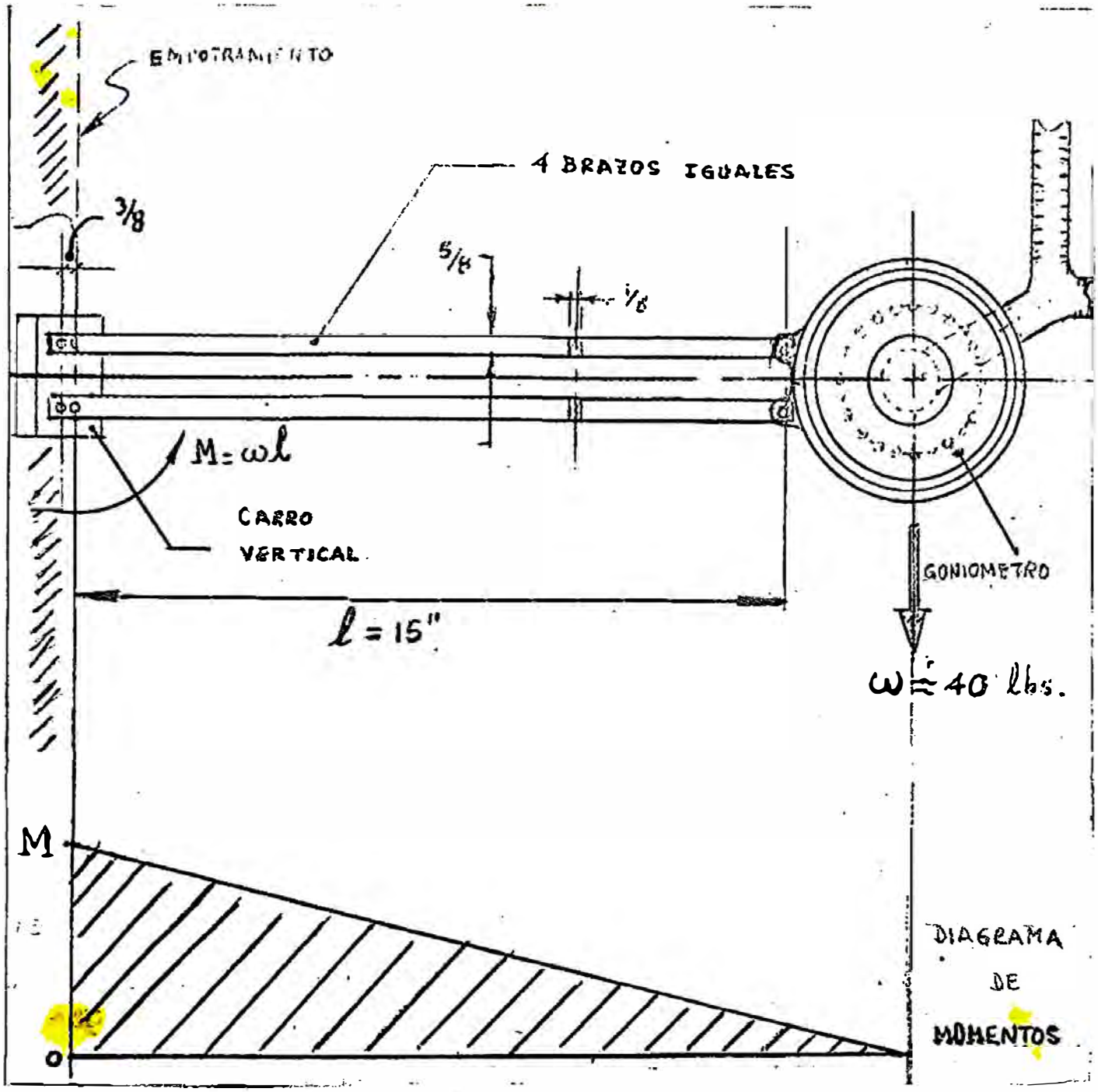
Ya que el esfuerzo actuante es menor que el esfuerzo admisible (0.730 Ksi $<$ 15 Ksi); la viga no nos va a fallar por flexión.

Diseño de las barras que unen el carro vertical al goniómetro.

Estas barras son cuatro y de dimensiones: 5/8" x 1" x 15" c/u y mantienen en voladizo al goniómetro respecto al carro vertical.

Chequeo del esfuerzo en las 4 barras en voladizo que sostienen el goniómetro.

(ver fig. en la página siguiente)



a) Momento máximo : M

= Peso del goniómetro + fuerza del operador = 2 lbs. + 38 lbs.

Goniómetro operador

$M = w\ell = 40 \text{ lb} \times 15 \text{ plg.} = 600 \text{ \#} - \text{plg.}$

Donde:

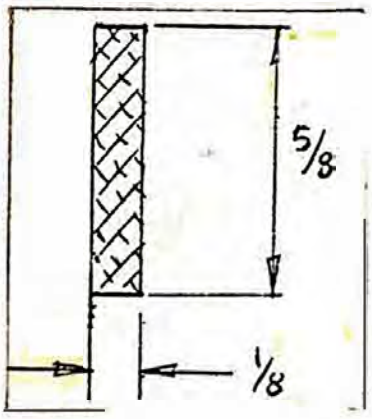
l = Longitud de las barras = 15"

w = peso del goniómetro (2 lbs) + 38 lbs. (supuesta fuerza que podría realizar el operador hacia abajo).

b) Esfuerzo actuante: S

Tratándose de 4 barras, cada una toma un momento igual a M/4.

$$S = \frac{M/4 \times c}{I} = \frac{600/4 \text{ \#} - \text{plg.} \times 5/16 \text{ plg.}}{1/12\ (1/8)\ (5/8)^3 \text{ plg}^4}$$



$S = 2) \times 925 \text{ lb/ plg}^2 = 1.850 \text{ ksi.}$

$S = 1.850$ Ksi.

c) Esfuerzo permisible: (7

Según aluminum construction manual para aleación ASTM 6063 :

TIPO DE MIEMBRO	ESFUERZO PERMISIBLE en Ksi
Barras rectangulares	8.5

d) Luego : $S < \sigma$ 1.850 8.5

e) Deflexión existente: Y

La deflexión máxima ocurre al extremo o sea en el goniómetro.

De la teoría de resistencia de materiales

$$Y\ máx = \frac{P\ l^3}{3\ E\ I}$$

Donde:

$$P = \frac{w}{4} = 0.5 \text{ Lbs.}$$

$l = 15$ plg.

$E = 10.1 \times 10^6$ Ksi (Para aluminio)

$I = 1/12\ (1/8)\ (5/8)\ plg^4 = 0.00254\ plg^4$

$$Y\ máx = \frac{2/4\ Lbs.\ x\ (15)^3\ plg^3}{3 \times 10.1 \times 10^6\ \frac{Lbs}{plg^2} \times 0.00254\ plg^4}$$

$$Y\ máx = \frac{0.5 \times 3375}{30.3 \times 2540}\ plg = 0.022\ plg.$$

Y máx = 0.022 plg. = 1/32 Plg.

$\boxed{Y\ máx = 1/32''}$

Esta deflexión es aceptable debido a que para una luz de 15" no afecta a la horizontalidad del aparato dicha flecha al extremo.

5.- PLANOS DE CONSTRUCCION Y ENSAMBLE DEL TECNIGRAFO

Adjunto los siguientes planos:

1.- Plano general del tecnígrafo instalado (1 plano)

2.- Planos de ensamble de las diversas partes del tecnígrafo

(7 planos)

3.- Planos de construcción (despieze) de:

a) Goniómetro (2 planos)

b) Carro para movimiento horizontal (1 planos)

c) Guía inferior de la columna del tecnígrafo

(1 planos).

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

C O N C L U S I O N E S

1º.- El aplicar un tecnígrafo a un pizarrón nos ha supuesto el adaptar un aparato existente a una finalidad en la que no se había pensado inicialmente, pero vistos los problemas que se tuvo que sortear para cumplir con ese fin, nos encontramos con que el presente aparato diseñado es posible adaptarlo a cualquier pizarrón que tenga unas dimensiones más o menos aproximadas al del que se tuvo como modelo para el diseño.

2º.- Podría pensarse en standarizar los pizarrones de las aulas de clase para que teniendo todos ellos la viga carril superior instalada e igualmente el canal guía inferior colocado, hubiera la posibilidad de que en todos ellos se use el tecnígrafo con sólo sacar la columna extrayendo uno de los topes.

3º.- Con el presente diseño hemos abierto un nuevo campo a las actuales aplicaciones del tecnígrafo. Entendemos que será de gran utilidad a los centros superiores de enseñanza técnica y de ingeniería.

4º.- El presente diseño puede ser construído por un mediano taller de máquinas-herramientas, ya que los procesos utilizados en su fabricación tan solo requieren de : torno,

sierra, soldadura de arco eléctrico y elementos de unión pernos, pines, tornillos, pasadores, etc.

Este dato es importante si se quiere hacer un estudio de facitibilidad económica para una futura fabricación en serie del aparato.

XXXXXXXXXXXXXX

B I B L I O G R A F I A

1.- "MANUAL DEL ALUMINIO", Carlos Saz de Magarola, Edit. por Aluminum Verley G.M.B.H.

2.- "ALUMINUM CONSTRUCTION MANUAL". (Specification por aluminum structures). Editado por : "The aluminum association". U.S.A.

3.- ALUMINUM EXTRUSION ALLOYS".
Editado por : Kaiser aluminum & Chemical sales, Inc. U.S.A.

4.- HAMDBOOK OF DESIGN STRESSES POR ALUMINUM. Aluminum Company of América , 1966.

5.- "ENGINEERING DESIGN CONSIDERATIONS OB ALUMINUM"
Autor: Dale D. Doeer, Proceedings of the aluminum welading seminar, The aluminum association, February, 1966.

6.- "BENDING STRENGTH OF ALUMINUM FORMED SHEET MENBERS"
by John R. Jombock and John W. Clarck
American society of civil engineers structural engineering conference, Seattle, Washington, May 1967, Conference Preprint 487.

7.- CATALOGOS DE PERFILES EXTRUIDOS DE ALUMINIO DE LAS SIGUIENTES FABRICAS
a) .- F.A.M. , Lima, Perú.
b) .- METINSA, Lima, Perú.

8.- CATALOGOS SOBRE TENCNIGRAFOS DE LOS SIGUIENTES FABRICANTES EXTRANJEROS;

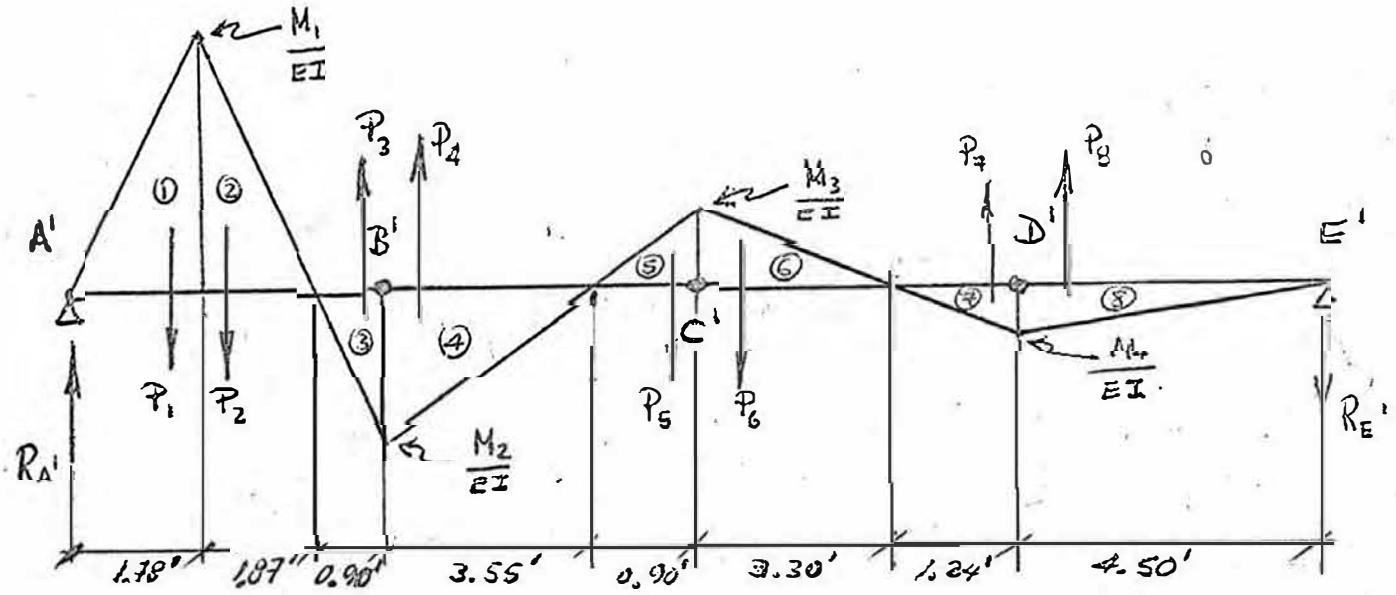
- NESTLER (ALEMANIA)
- MUTOH INDUSTRY LTD. (JAPON)
- ALLBRIT (INGLATERRA)
- BIEFFE (ITALIA)
- MOLIN (PORTUGAL).

XXXXXXXXXXXXXXXXXXX

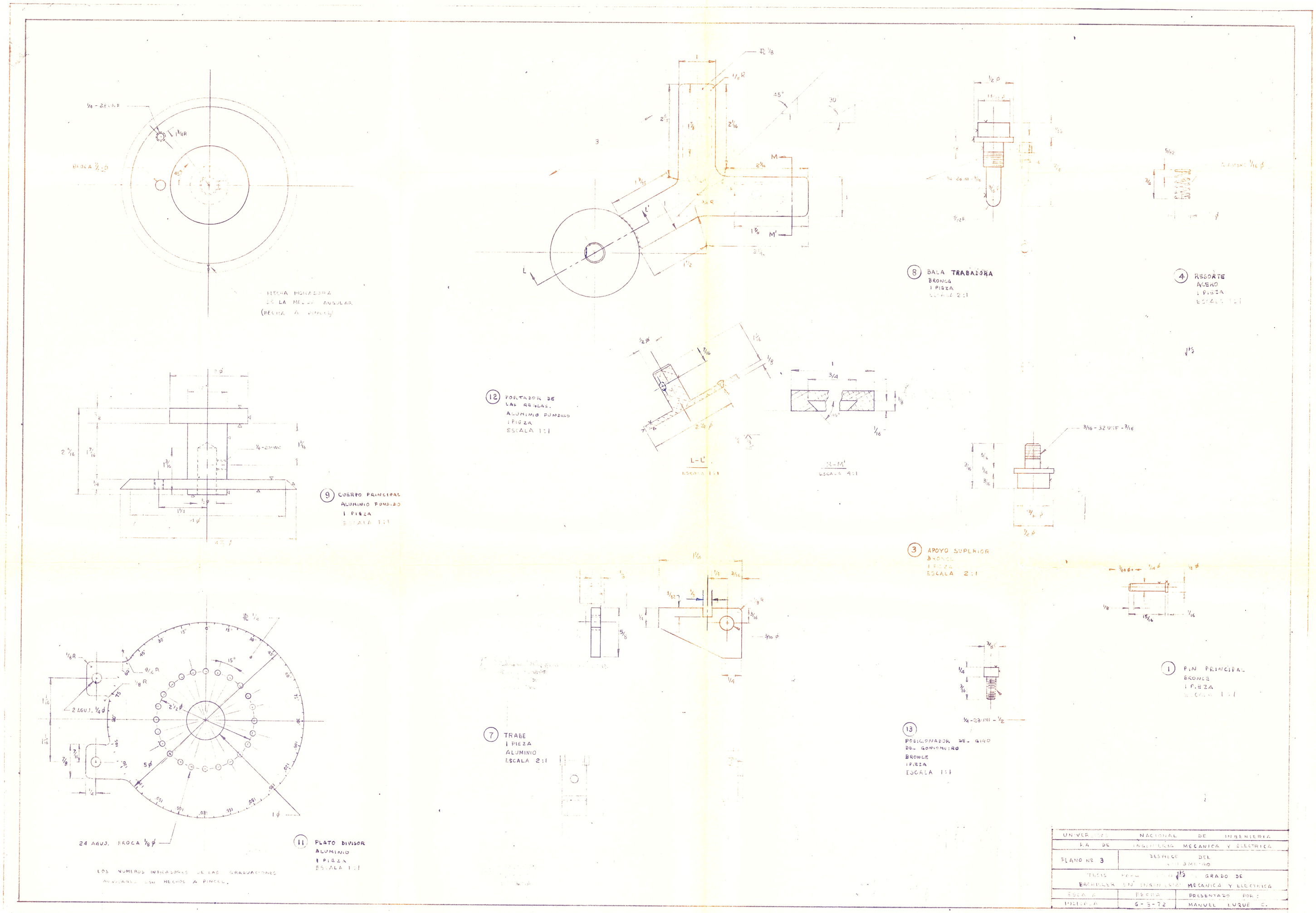
DEL DIAGRAMA DE MOMENTOS A ESCALA

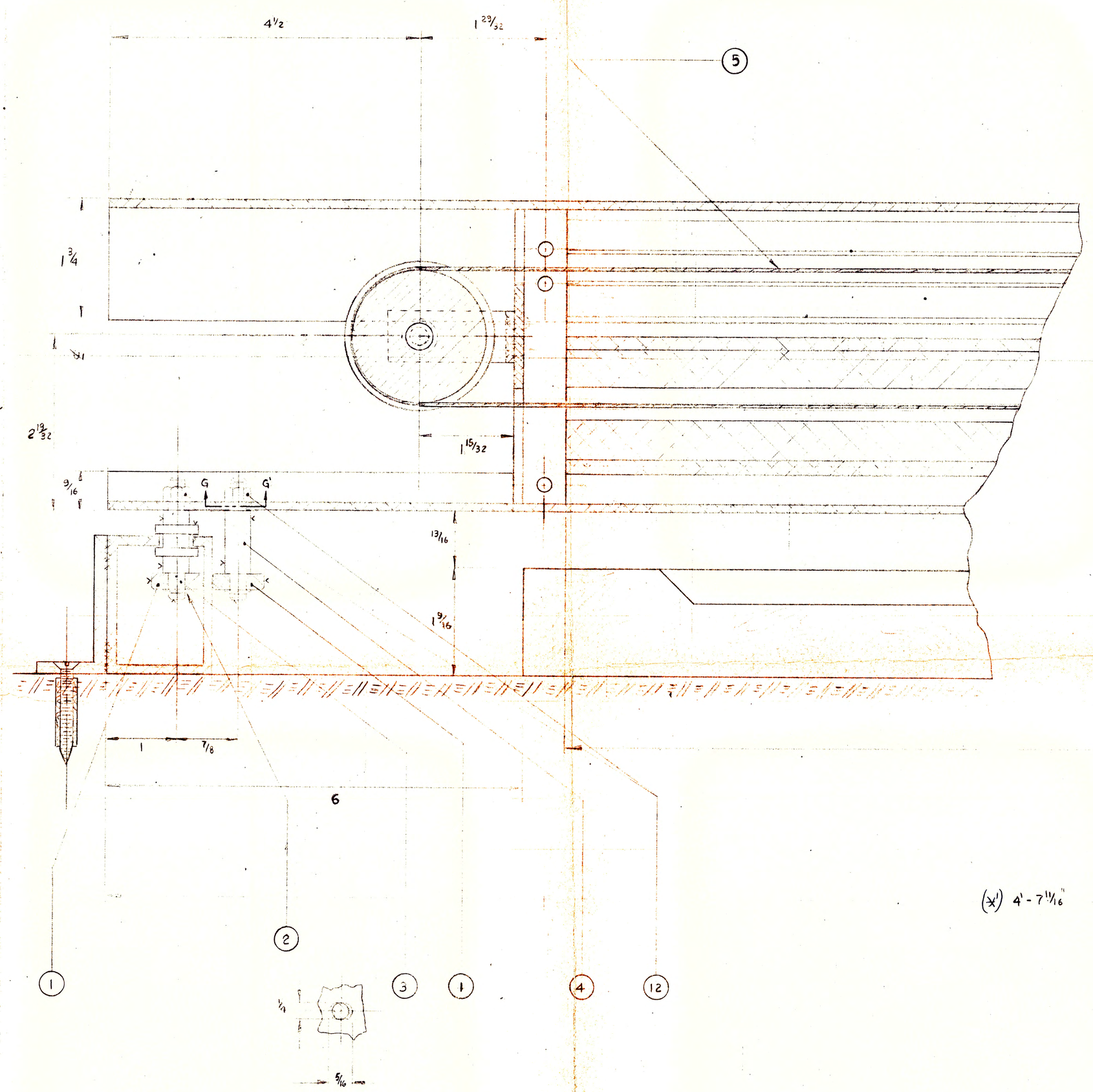
M 1 = 22.00 lbs-pie
M 2 = 10.40 lbs-pie
M 3 = 2.70 lbs-pie
M 4 = 0.90 lbs-pie

VIGA CONJUGADA



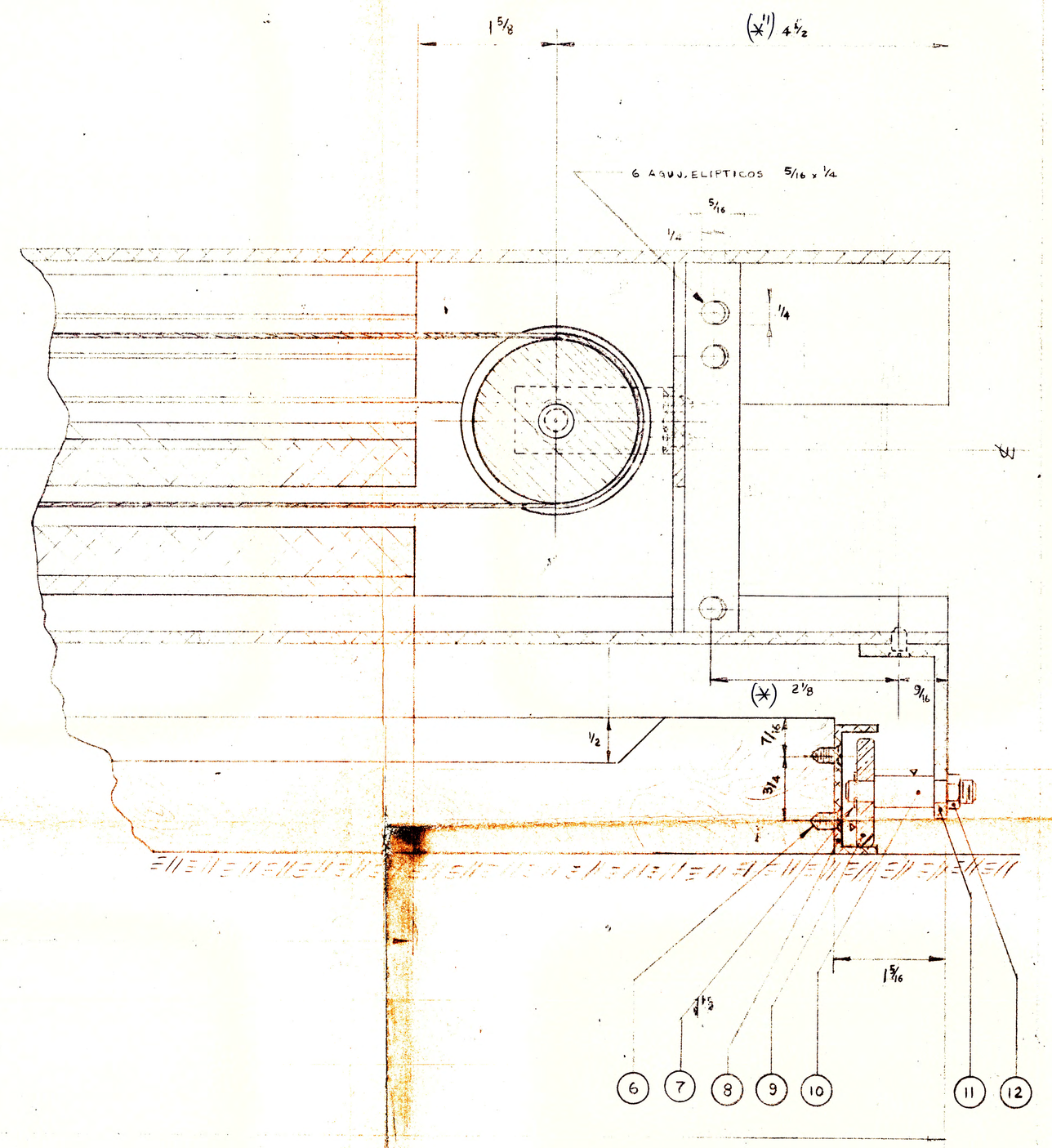
M_1, M_2, M_3, M_4 ---------- SE OBTIENEN DEL DIAGRAMA DE MOMENTOS.


HECHA INDICADORA
ES LA MEDIDA ANGULAR
(HECHA A LAPIZ)
9 CUERPO PRINCIPAL
ALUMINIO FUNDIDO
1 PIEZA
ESCALA 1:1
12 PORTADOR DE LAS REGLAS.
ALUMINIO FUNDIDO
1 PIEZA
ESCALA 1:1
L-L'
ESCALA 1:1
M-M'
ESCALA 4:1
8 BALA TRABADORA
BRONCE
1 PIEZA
ESCALA 2:1
4 RESORTE
ACERO
1 PIEZA
ESCALA 1:1
3 APOYO SUPERIOR
BRONCE
1 PIEZA
ESCALA 2:1
1 PIN PRINCIPAL
BRONCE
1 PIEZA
ESCALA 1:1
7 TRABE
1 PIEZA
ALUMINIO
ESCALA 2:1
13 POSICIONADOR DEL GIRO
DEL GONIOMETRO
BRONCE
1 PIEZA
ESCALA 1:1
11 PLATO DIVISOR
ALUMINIO
1 PIEZA
ESCALA 1:1
24 AGUJ. BROCA 1/8 ϕ
LOS NUMEROS INDICADOS DE LAS GRADUACIONES ANGULARES SON HECHOS A PINCEL.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
PLANO Nº 3
DESPIECE DEL GONIOMETRO
TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
ESCALA
FECHA 6-3-72
PRESENTADO POR:
MANUEL LUQUE C.



SECCION G-G'

ESCALA 1:1



3' - 6 13/16"

(x') 4' - 7 11/16"

SECCION C-C'

NOTA: PARA LA 2da POSIBILIDAD DE ANCLAJE DE LA GUIA INFERIOR:

(x) MEDIDA: 6 1/8"

(x') MEDIDA: 4' - 11 11/16"

(x'') MEDIDA: 8 1/2"

Nº	DESIGNAC.	CANT.	DIMENS.	MATER.	OBSERV.
12	TUERCA	5	1/4-28UNF-2B-HEX	ACERO	STANDART
11	ANGULO	1	2x1 1/8-2' LONG	ALUM.	———
10	EJE DE LA GUIA	1	3/8 ϕ x 1 1/2 LONG.	BRONCE	———
9	RUEDA GUIA	1	1 1/4 ϕ	BRONCE	———
8	PISTA	1	E 1 1/2 x 1/2 x 5/64 PZ: 8'3" LONG.	ALUM	———
7	SEGURO SEEGER	1	PARA EJE 1/4 ϕ	ACERO	———
6	AUTOROSCANTE	20	6 x 1/2	ALUM.	CABEZA AVELL.
5	CABLE 6x25	1	1/8 ϕ x 8'-3 11/16" LONG	ACERO PARA ARADO MEJORADO	———
4	EJE INFERIOR	2	1 3/4 LONG	BRONCE	———
3	EJE SUPERIOR	2	1 3/4 LONG	BRONCE	———
2	SEGURO SEEGER	5	PARA EJE 1/4 ϕ	ACERO	———
1	RUEDA DEL CARRO HORIZ.	4	3/4 ϕ	BRONCE	———

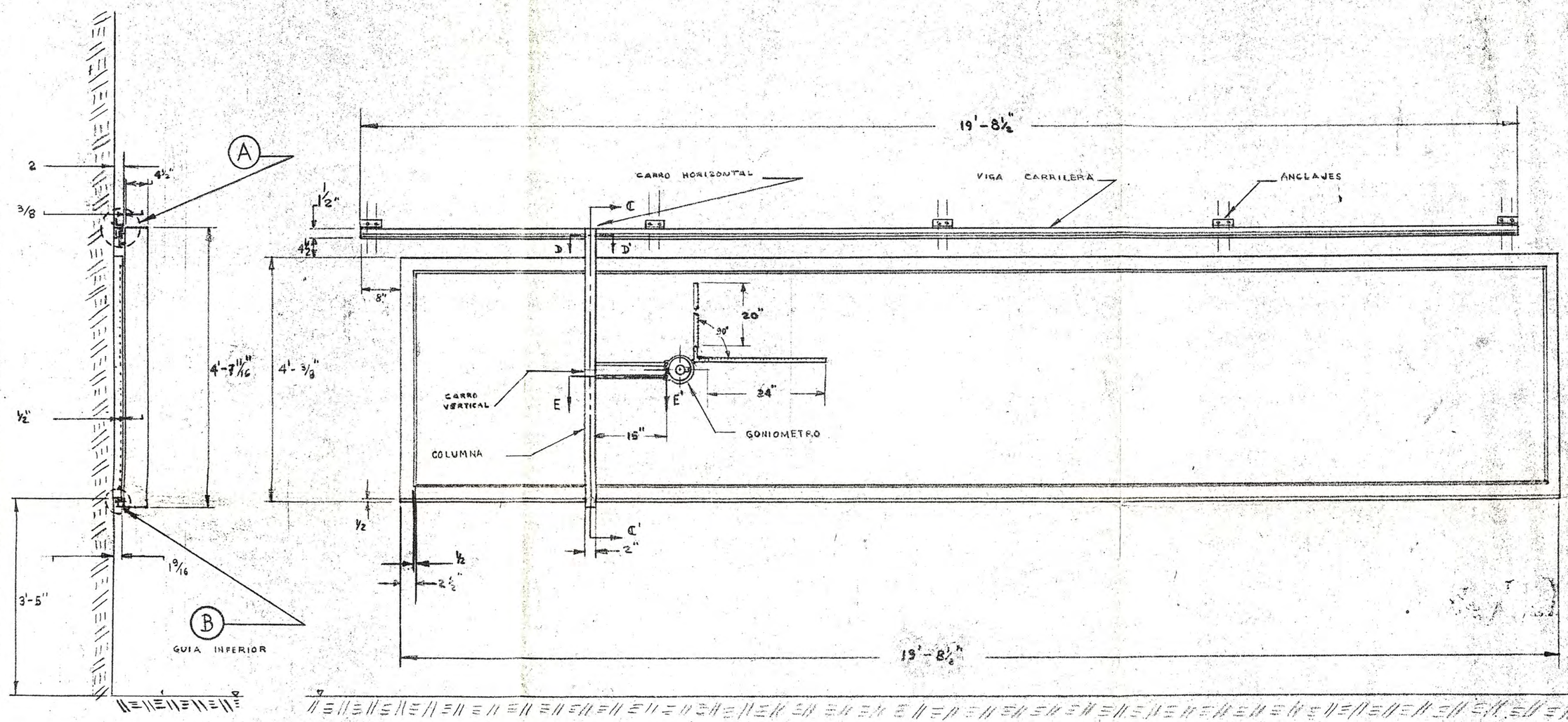
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

P.A. DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

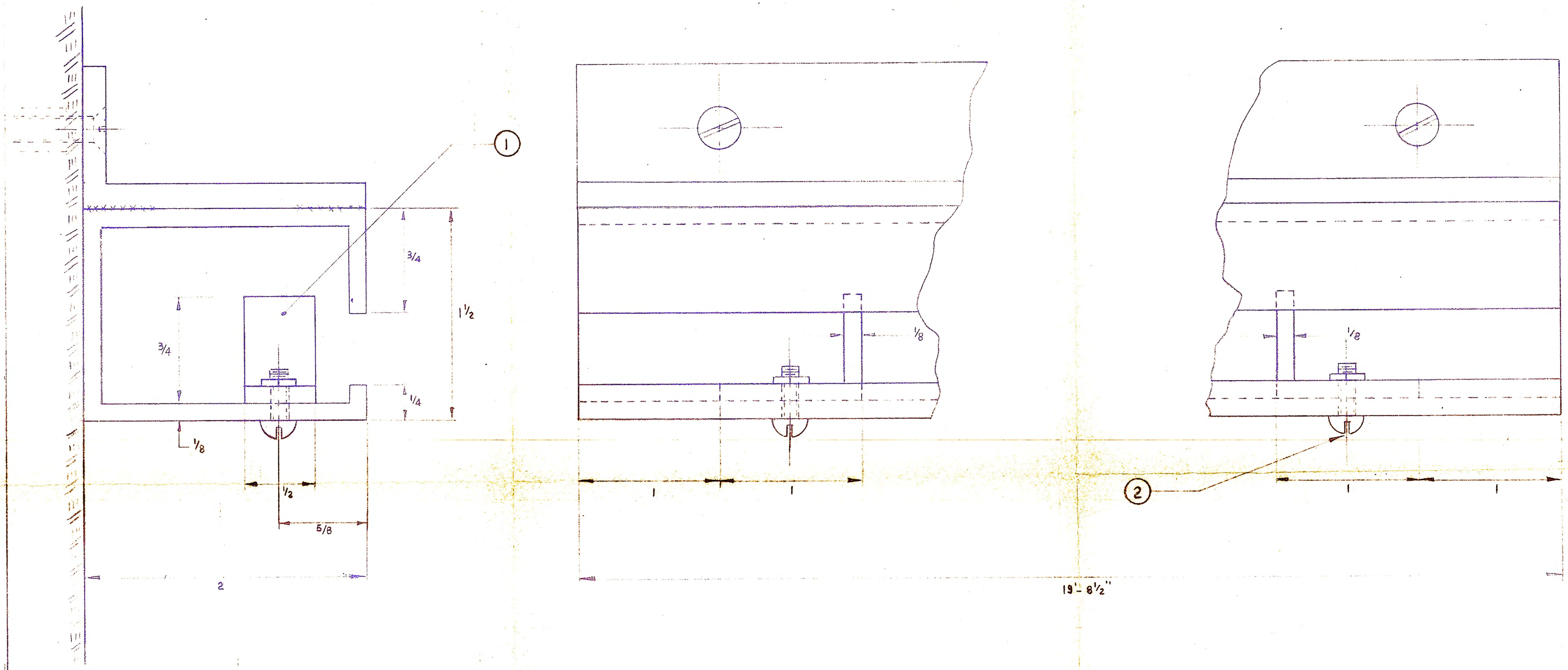
PLANO Nº 7 — ENSAMBLE DE LA COLUMNA (CORTE LONGITUDINAL)

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

ESCALA	FECHA	PRESENTADO POR:
1:1	6-3-72	MANUEL LUQUE C.



B	VER	PLANO	Nº 6
A	VER	PLANO	Nº 6
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
P. A. DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA			
PLANO Nº 1	PLANO GENERAL DE LA INSTALACION		
TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA			
ESCALA	FECHA	PRESENTADO POR :	
1" = 1 PIE	26-3-72	MANUEL LUQUE C.	



2	ESTOBOL	2	1/8-44UNF-3/8	ACERO	
1	T. OPE	2	L 1 x 3/4 x 1/8	ALUM.	
Nº	DESIGNAC.	CANT.	DIMENS.	MATER.	OBSERV.

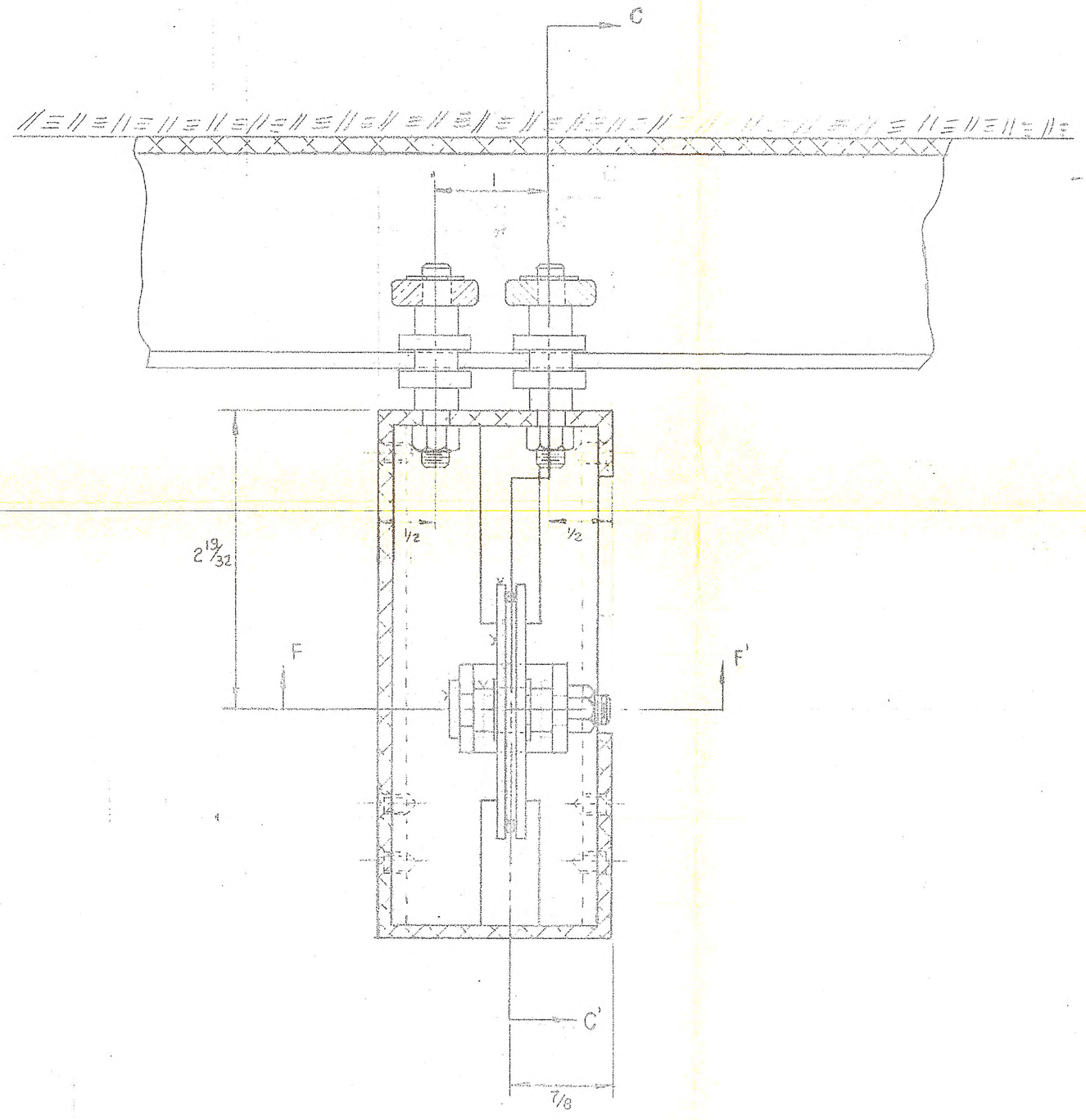
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

P. A. DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

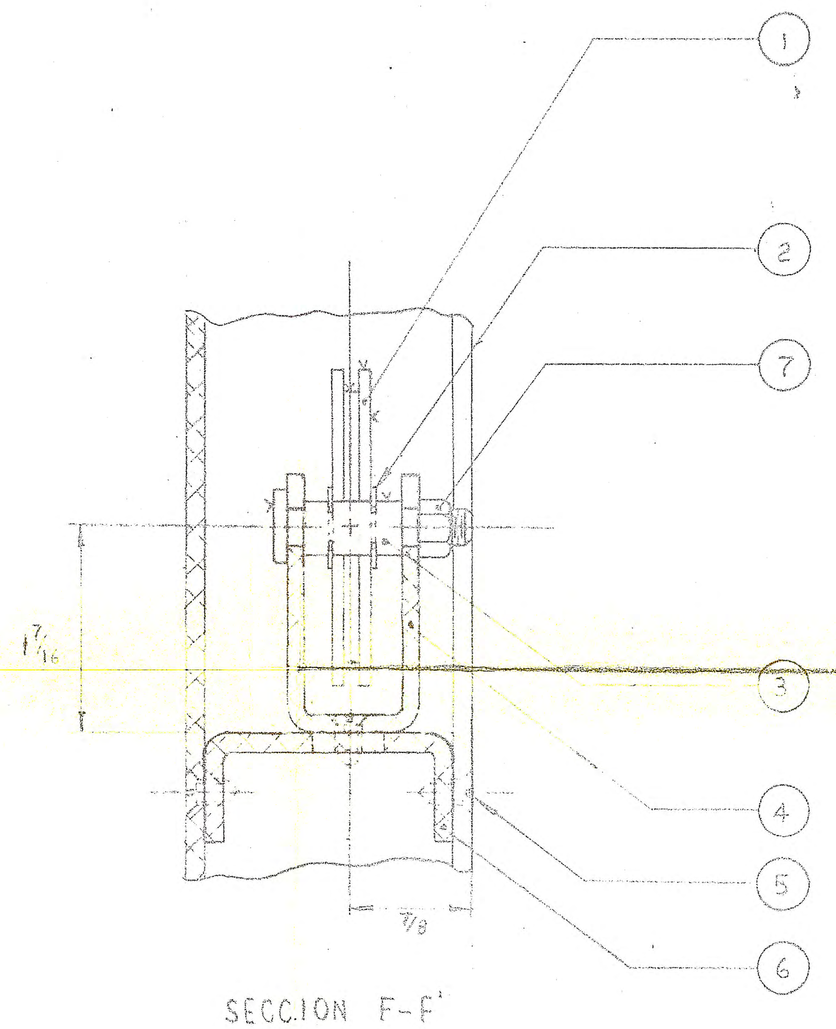
PLANO Nº 12 — TOPES DEL MOVIMIENTO DEL CARRO HORIZONTAL

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

ESCALA	FECHA	PRESENTADO POR:
2:1	6-3-72	MANUEL LUQUE C.



SECCION D-D'



SECCION F-F'

Nº	DESIGNAC.	CANT.	DIMENS.	MATER.	OBSERV.
7	TUERCA	2	1/4-28UNF-2B-HEX	ACERO	STANDART.
6	BASE DE APOYOS	2	⊥ 1/8	ALUM.	DOBLAR
5	TORNILLO AUTOROSCANTE	12	3/16 ϕ . 5/16 LONG.	ALUM.	BAR. AVELL.
4	APOYO DE POLEA	2	⊥ 1/8	ALUM.	DOBLAR
3	EJE DE POLEA	2	3/8 ϕ.	BRONCE	
2	SEGURO SEEGER	2	PARA EJE 3/8 ϕ	ACERO	
1	POLEA	2	1 7/8 ϕ	BRONCE	

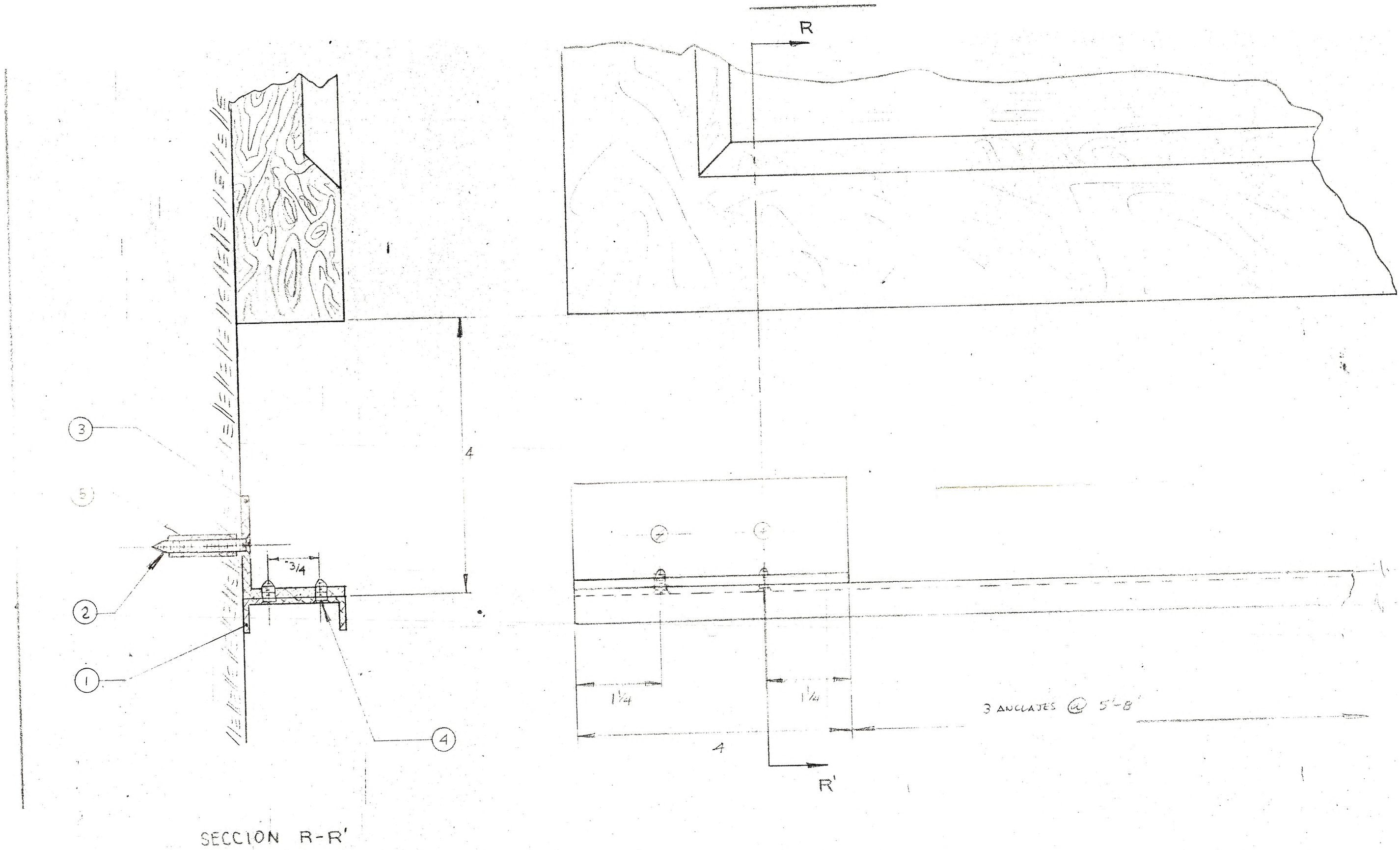
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

P.A. DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

PLANO Nº 9 — CARRO HORIZONTAL Y POLEAS

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

ESCALA	FECHA	PRESENTADO POR
1:1	6-3-72	MANUEL LUQUE C.



SECCION R-R'

N°	DESIG.	CANT.	DIMENS.	MATER.	OBSERV.
5	TARUGO 10x1	6	1" LONG.	MADERA	—
4	AUTOROSCANTE	12	6 x ½	ALUM.	CAB. AVE
3	ANCLAJE	3	4 1½x1½x⅛	ALUM.	@ 5'-8"
2	AUTOROSCANTE 10 x 1½	6	3/16 ϕ - 1½ LONG	ALUM.	—
1	PISTA	1	E 1½x½x 9/64	ALUM.	19'-8½" L

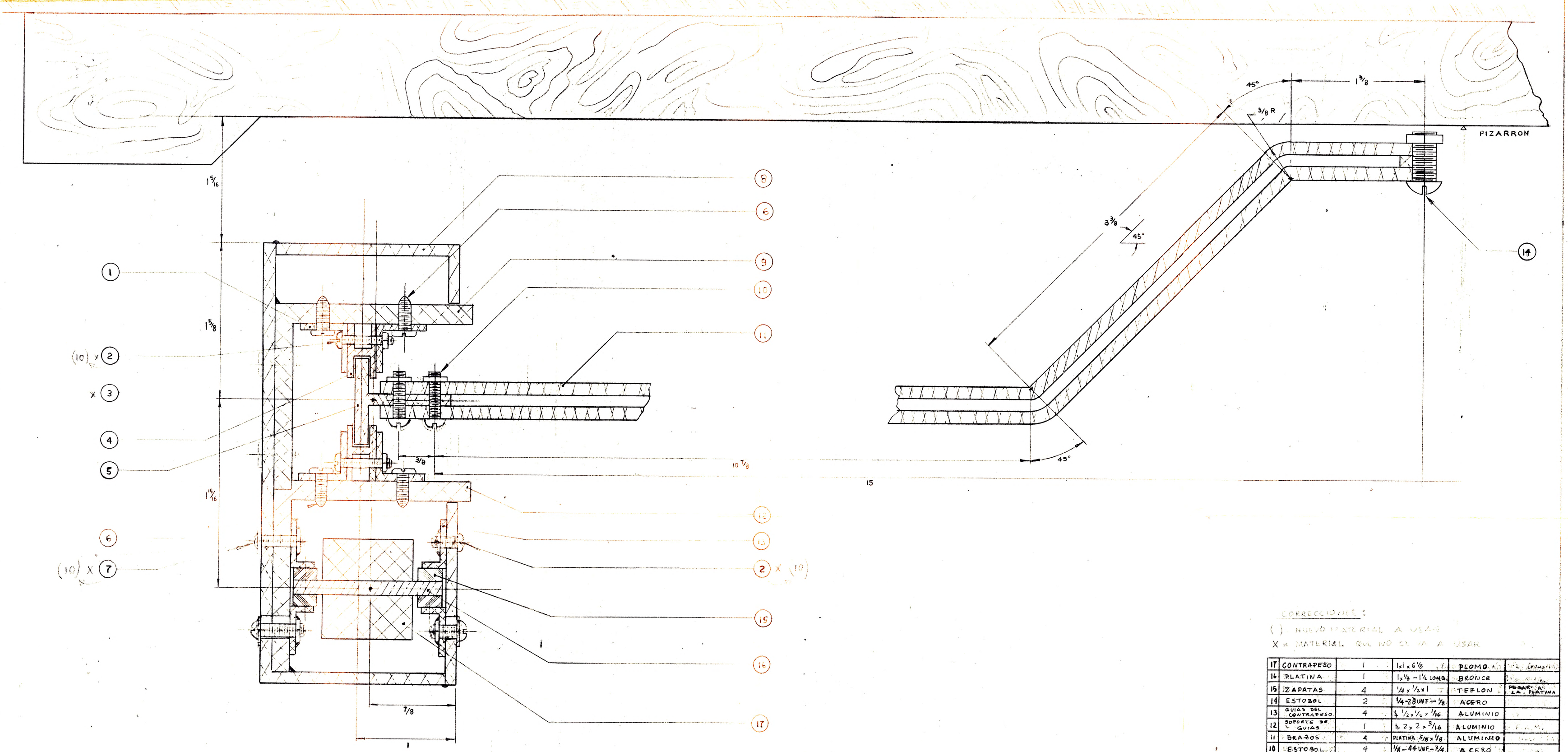
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

P.A. DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

PLANO N° 13 — SEGUNDA POSIBILIDAD DE ANCLAJE DE LA GUIA INFERIOR.

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

ESCALA	FECHA	PRESENTADO POR
1 : 1	6-3-72	MANUEL LUQUE C.



SECCION E-E'

CORRECCIONES:

( ) MUCHO MATERIAL A USAR

X = MATERIAL QUE NO SE VA A USAR

	Nº	DESIGNACION	CANT.	DIMENSION	MATER.	OBSERVACION
	17	CONTRAPESO	1	1x1x6 1/8	PLOMO	[illegible]
	16	PLATINA	1	1x1/8 - 1 1/4 LONG.	BRONCE	[illegible]
	15	ZAPATAS	4	1/4 x 1/2 x 1	TEFLON	PEGARLAS A LA PLATINA
	14	ESTOBOL	2	1/4-28 UNF - 1/2	ACERO	
	13	GUIAS DEL CONTRAPESO	4	∟ 1/2 x 1/2 x 1/16	ALUMINIO	
	12	SOPORTE DE GUIAS	1	∟ 2 x 2 x 3/16	ALUMINIO	
	11	BRAZOS	4	PLATINA 5/8 x 1/8	ALUMINIO	
	10	ESTOBOL	4	1/8 - 44 UNF - 3/4	ACERO	
	9	SOPORTE DE GUIAS	1	∟ 2 x 2 x 3/16	ALUMINIO	
	8	COLUMNA	1	PERFIL 4 1/2 x 2 x 1/8	ALUMINIO	CORTAR COMO INDICA DISEÑO
X	7	TORNILLO AUTOROSCANTE	10	6 x 1/2	ALUMINIO	CABEZA PAN
	6	"	20	6 x 3/8	ALUMINIO	" "
	5	CARRO VERTICAL	1	T 1 x 7/8	ALUMINIO	
(10) X	2	TORNILLO AUTOROSCANTE	30	4 x 1/4	ALUMINIO	CABEZA PAN
X	3	"	10	6 x 3/8	ALUMINIO	" "
	4	GUIAS DEL CARRO	2	H 9/16 x 3/32 x 1/16	ALUMINIO	
	1	ANCLAJE DE GUIAS	4	∟ 1/2 x 1/2 x 1/16	ALUMINIO	

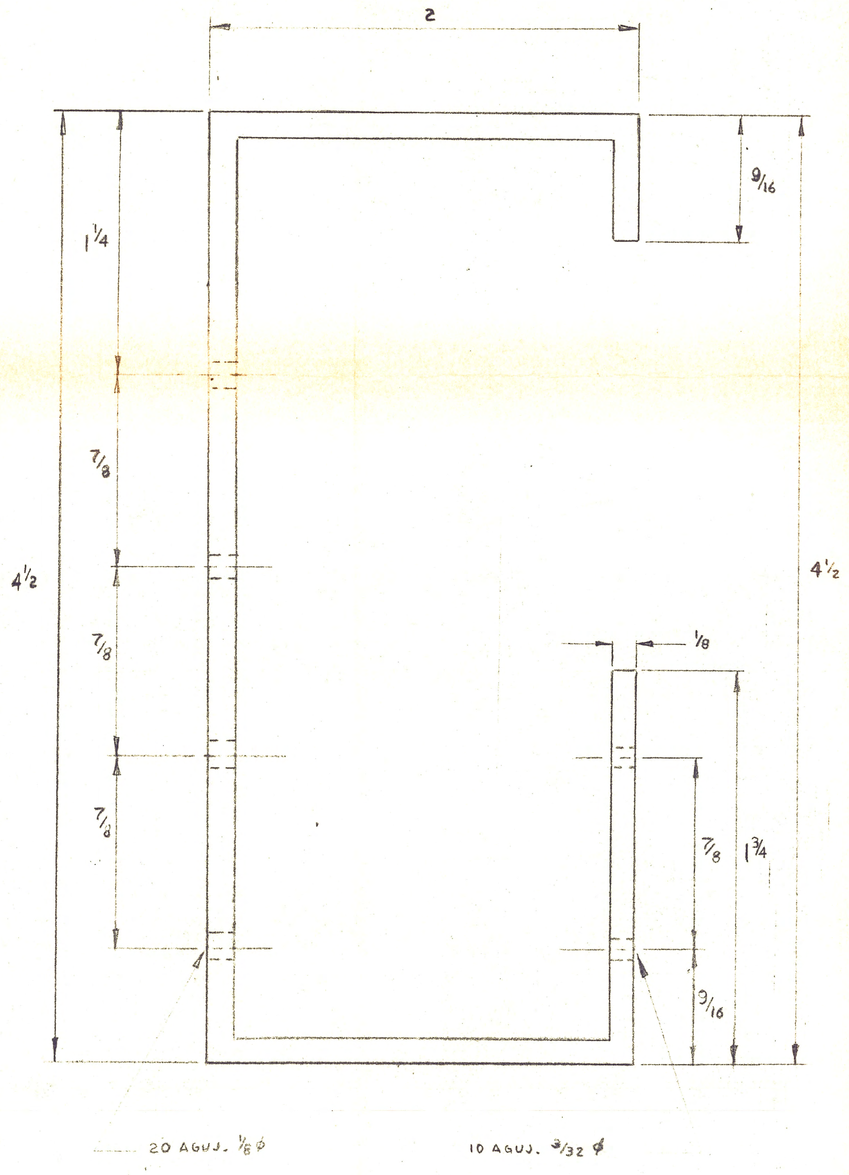
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

P.A. DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

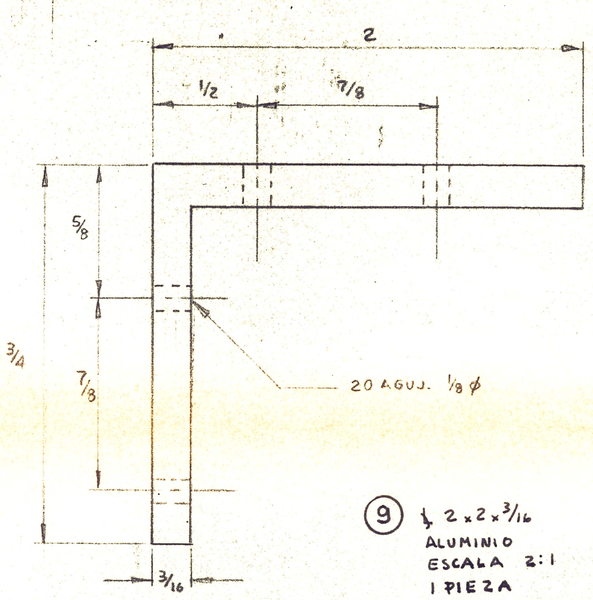
PLANO Nº 5 — ENSAMBLE DE LA COLUMNA - CARRO VERTICAL - CONTRAPESO - PERFILES GUIAS

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

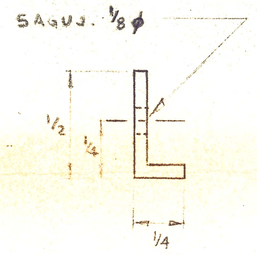
ESCALA	FECHA	PRESENTADO POR:
2:1	6-3-72	MANUEL CURUE C.



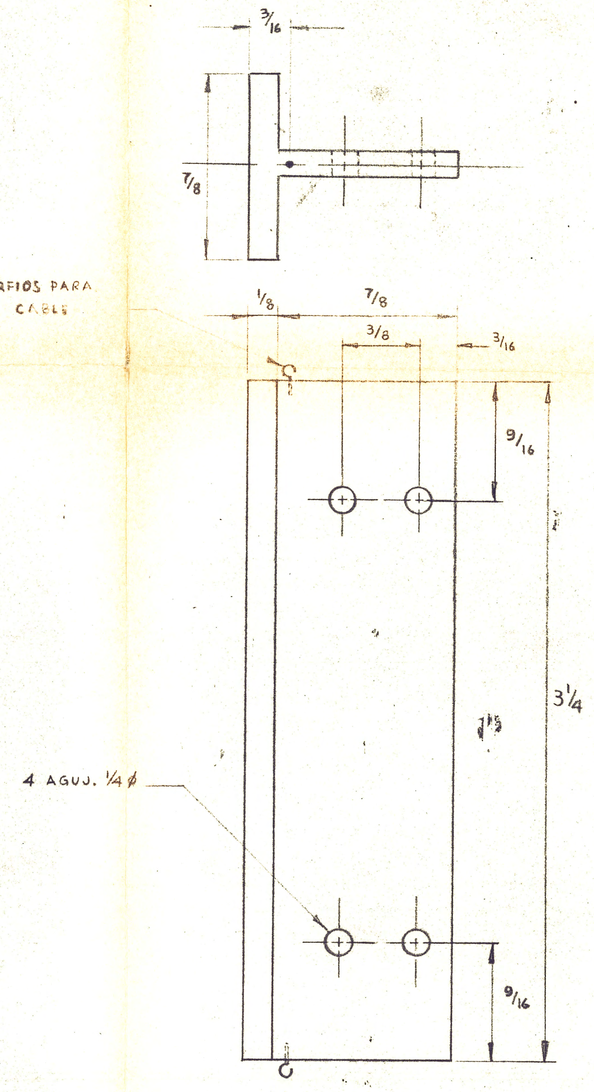
(8) PERFIL 4 1/2 x 2 x 1/8
ALUMINIO
ESCALA 2:1
1 PIEZA
LONG: (VER DETALLE "C")



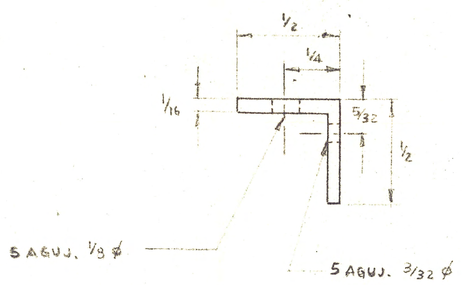
(9) ∟ 2 x 2 x 3/16
ALUMINIO
ESCALA 2:1
1 PIEZA
LONG: (VER DETALLE "C")



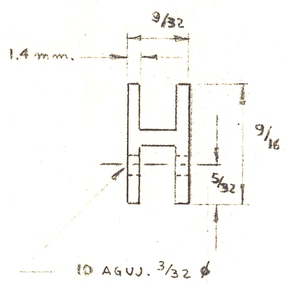
(13) ∟ 1/2 x 1/2 x 1/16
ALUMINIO
ESCALA 2:1
4 PIEZAS
LONG: (VER DETALLE "C")



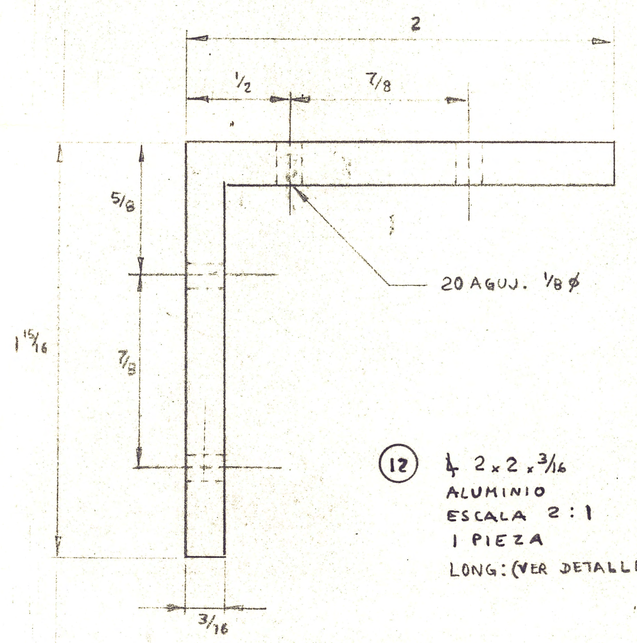
(5) T-1 (1 x 7/8)
ALUMINIO
ESCALA 2:1
1 PIEZA
LONG: (VER DETALLE "C")



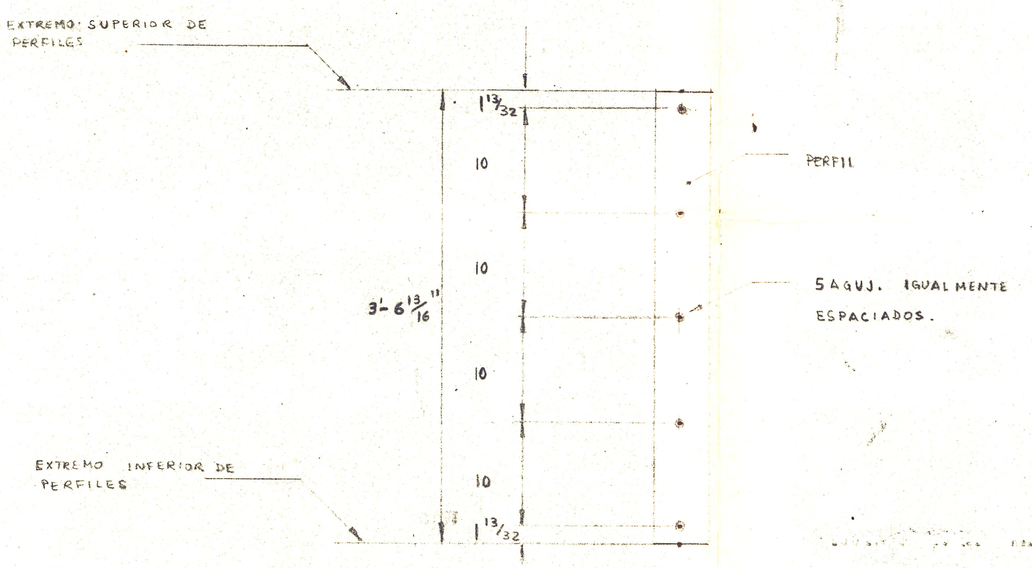
(1) ∟ 1/2 x 1/2 x 1/16
ALUMINIO
ESCALA 2:1
4 PIEZAS.
LONG: (VER DETALLE "C")



(4) U-1B (9/16 x 9/32)
ALUMINIO
ESCALA 2:1
2 PIEZAS
LONG: (VER DETALLE "C")



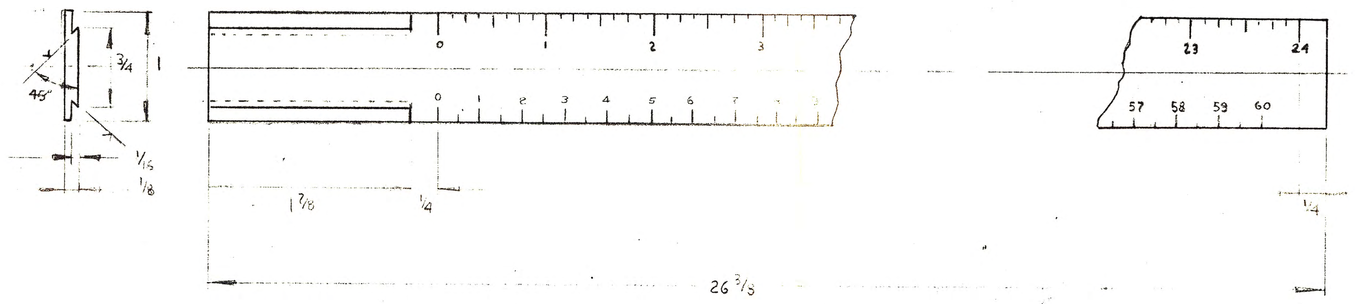
(12) ∟ 2 x 2 x 3/16
ALUMINIO
ESCALA 2:1
1 PIEZA
LONG: (VER DETALLE "C")



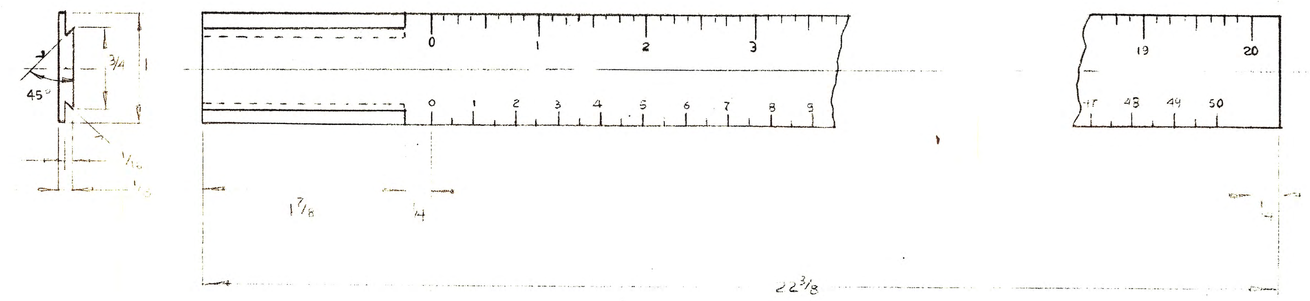
DETALLE: "C"

DISTRIBUCION DE AGUJEROS EN LA COLUMNA Y EN LOS PERFILES GUIAS
LONGITUD DE LOS PERFILES: 3'-6 13/16"
ESCALA: 1" = 1'

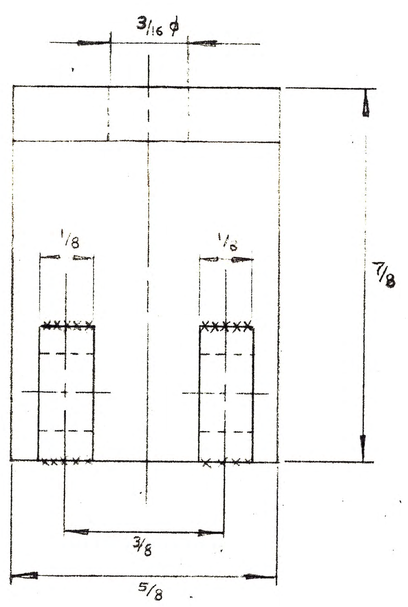
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
P.A. DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		
PLANO Nº 6	DESPIECE DE LA COLUMNA - CARGO VERTICAL Y PERFILES GUIAS.	
TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		
ESCALA	FECHA	PRESENTADO POR:
INDICADA	6-3-72	MANUEL LUQUE C.

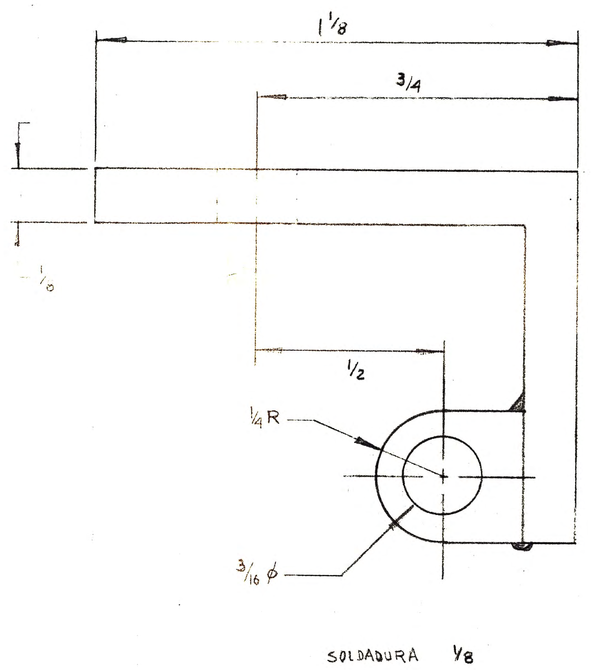


(14) REGLA 1
ALUMINIO
1 PIEZA
ESCALA 1:1

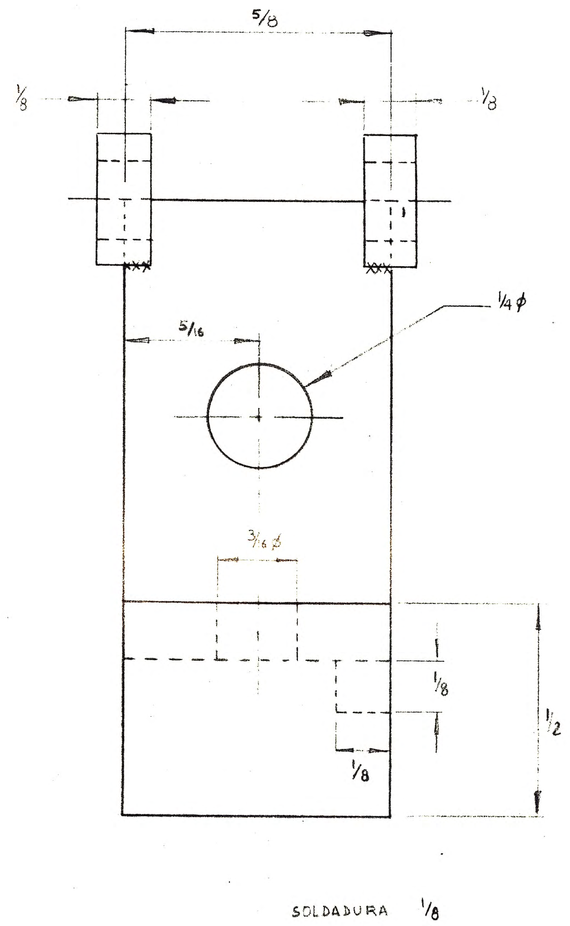


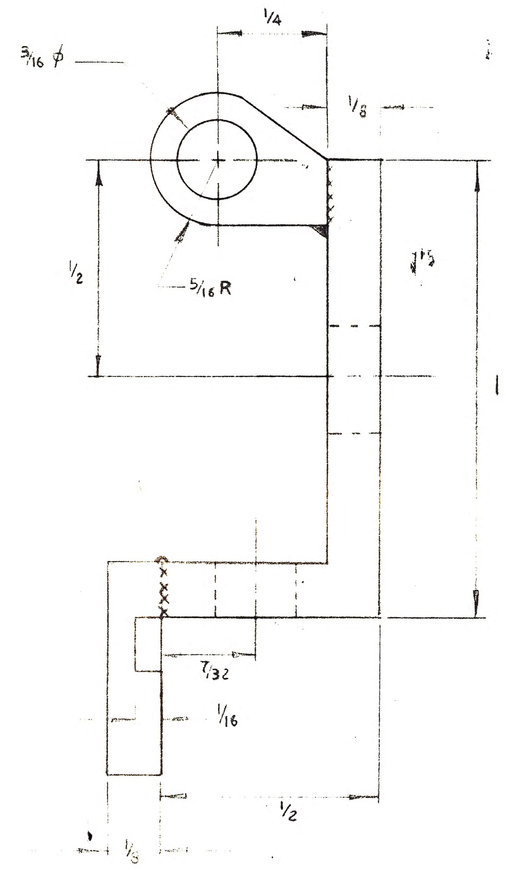
(15) REGLA 2
ALUMINIO
1 PIEZA
ESCALA 1:1





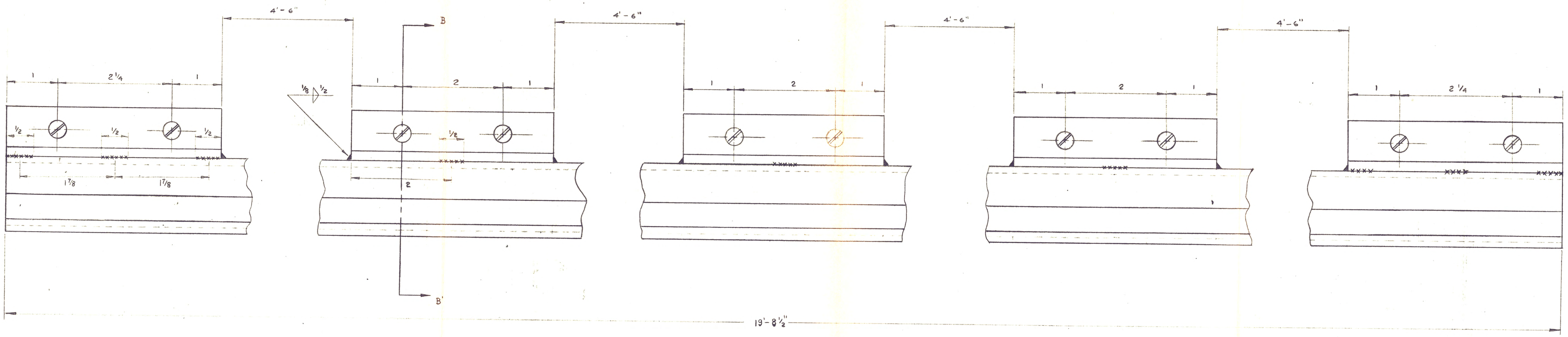
(2) BASTIDOR SUPERIOR
ALUMINIO
1 PIEZA
ESCALA 4:1

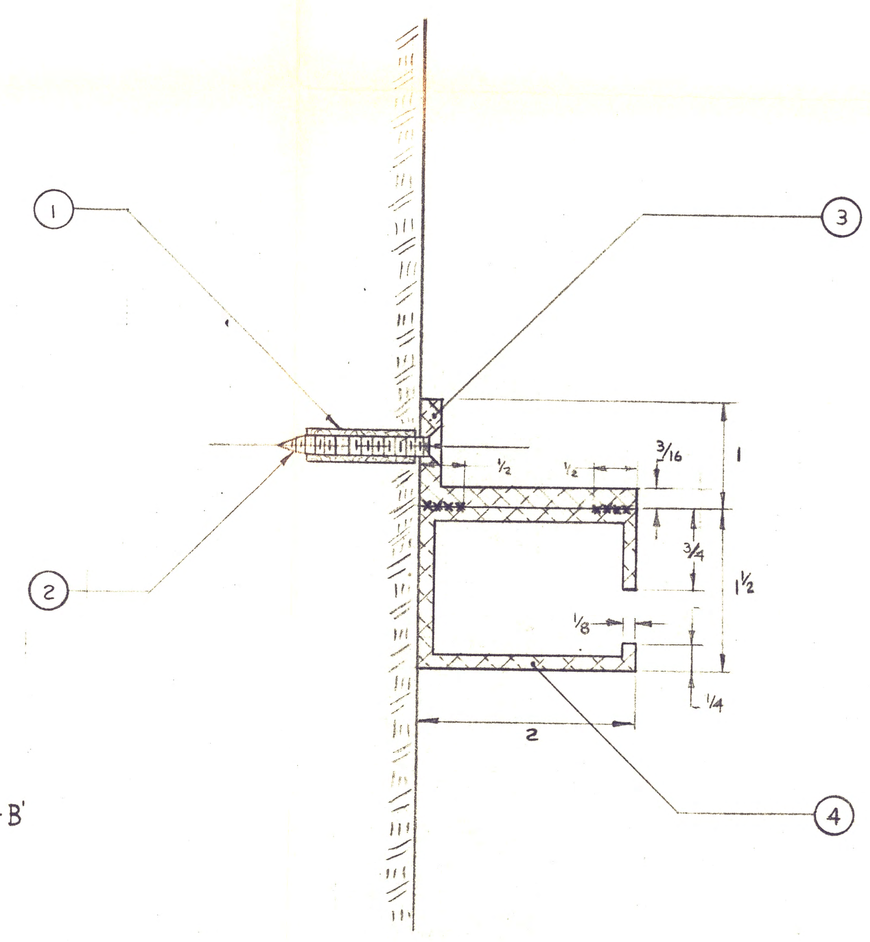




(5) PULSADOR
ALUMINIO
1 PIEZA
ESCALA 4:1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
P. A. DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		
PLANO Nº 4	DESPIECE DEL SONIOMETRO	
TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		
ESCALA	FECHA	PRESENTADO POR:
INDICADA	6-3-72	MANUEL LUQUE





SECCION B-B'

Nº	DESIGNAC.	CANT.	DIMENS.	MATER.	OBSERV.
4	VIGA	1	TUBO 2x1 1/2x1/8	ALUM.	CORTAR COMO INDICA DISEÑO
3	ANGULO	5	2x1x3/16 - 4' LONG.	ALUM.	—
2	AUTOROSCANTE 10 x 1 1/2	10	3/16 ø x 1 1/2 LONG.	ALUM.	—
1	TARUGO 10x1	10	1" LONG.	MADERA	—

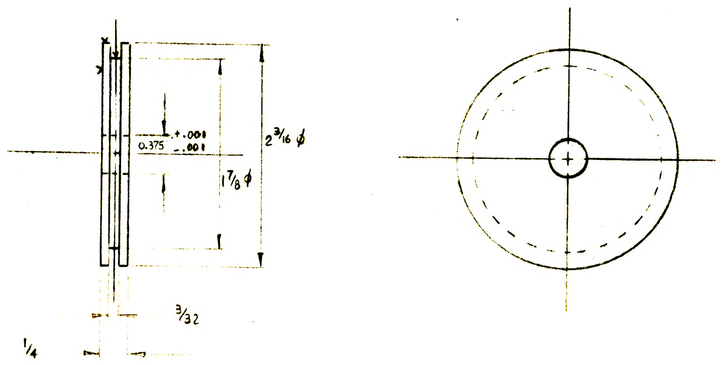
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

P.A. DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

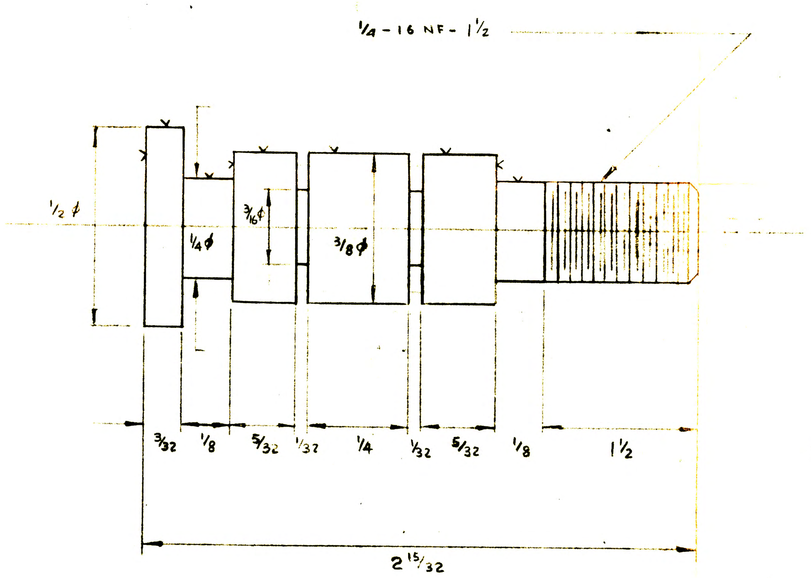
PLANO Nº 11 — ANCLAJES DE LA VIGA

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

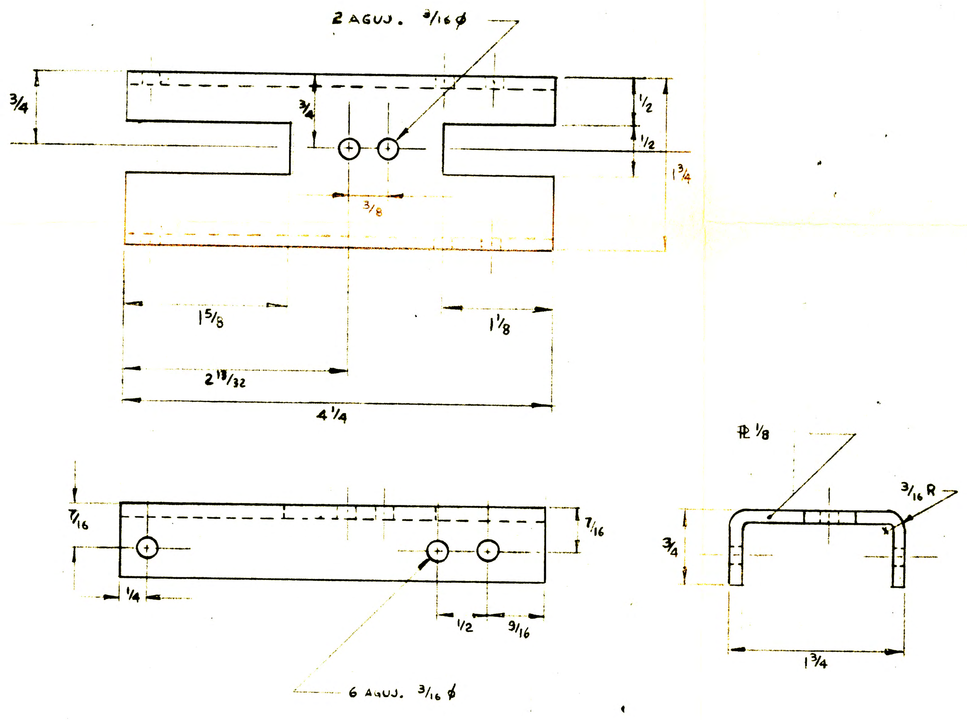
ESCALA	FECHA	PRESENTADO POR:
1:1	6-3-72	MANUEL LUQUE C.



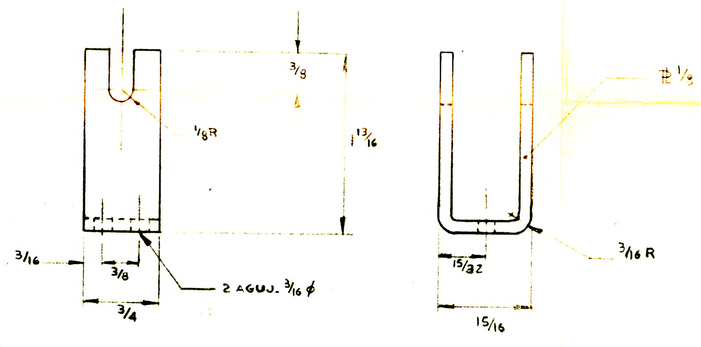
(1) POLEA
BRONCE
ESCALA 1:1
2 PIEZAS



(3) EJE DE POLEA
BRONCE
ESCALA 1:4
2 PIEZAS

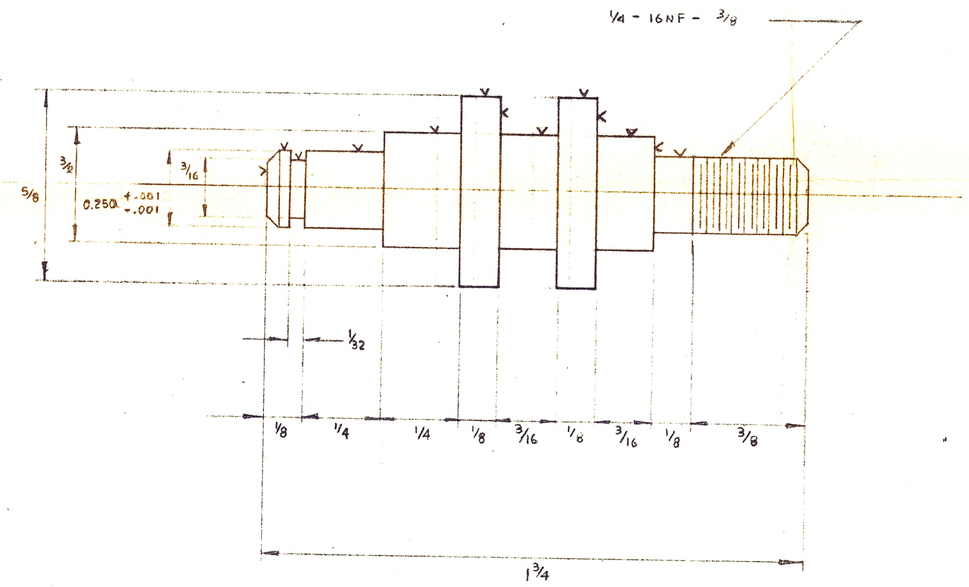


(6) BASE DE APOYOS
ALUMINIO
ESCALA 1:1
2 PIEZAS

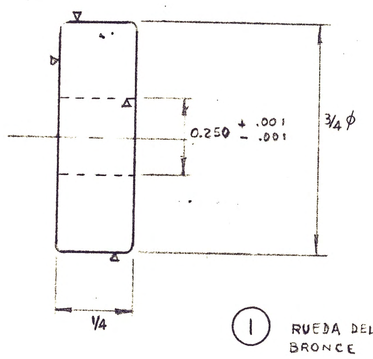


(4) APOYO DE POLEA
ALUMINIO
ESCALA 1:1
2 PIEZAS

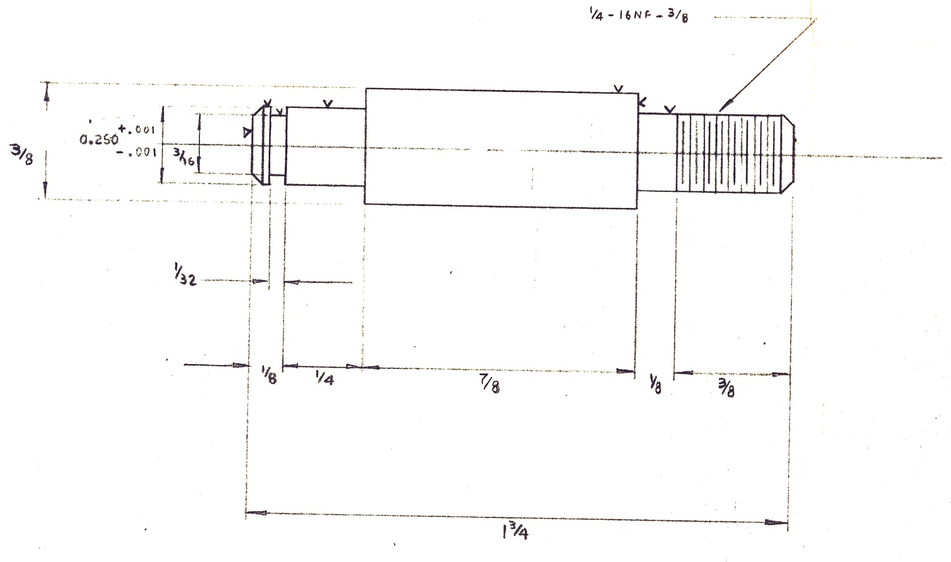
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FA. DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		
PLANO Nº 10	DESPIECE DE LA POLEA Y SUS APOYOS	
TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		
ESCALA	FECHA	PRESENTADO POR:
INDICADA	6-3-72	MANUEL LUQUE C.



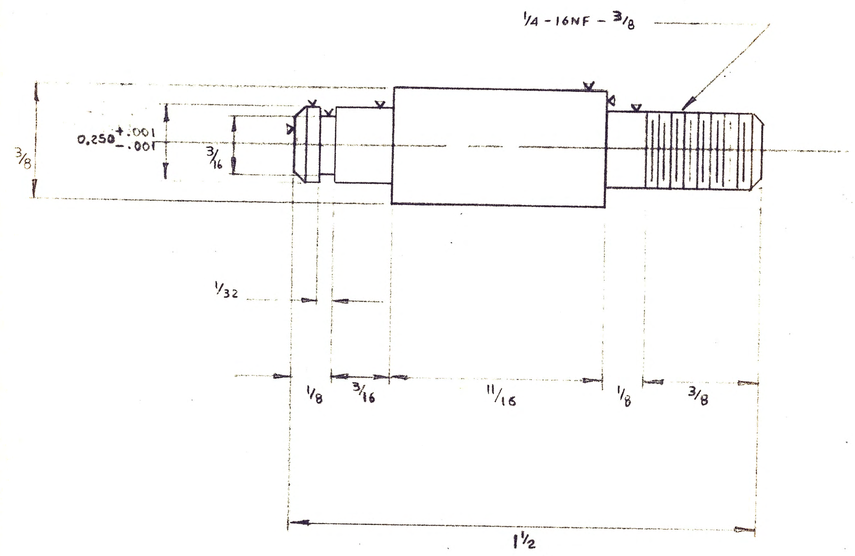
(3) EJE SUPERIOR
BRONCE
2 PIEZAS



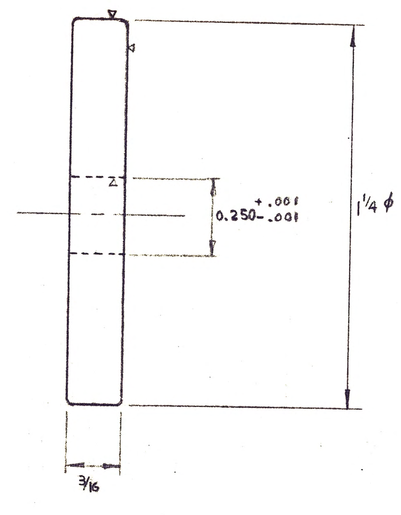
(1) RUEDA DEL CARRO HORIZONTAL
BRONCE
4 PIEZAS



(4) EJE INFERIOR
BRONCE
2 PIEZAS

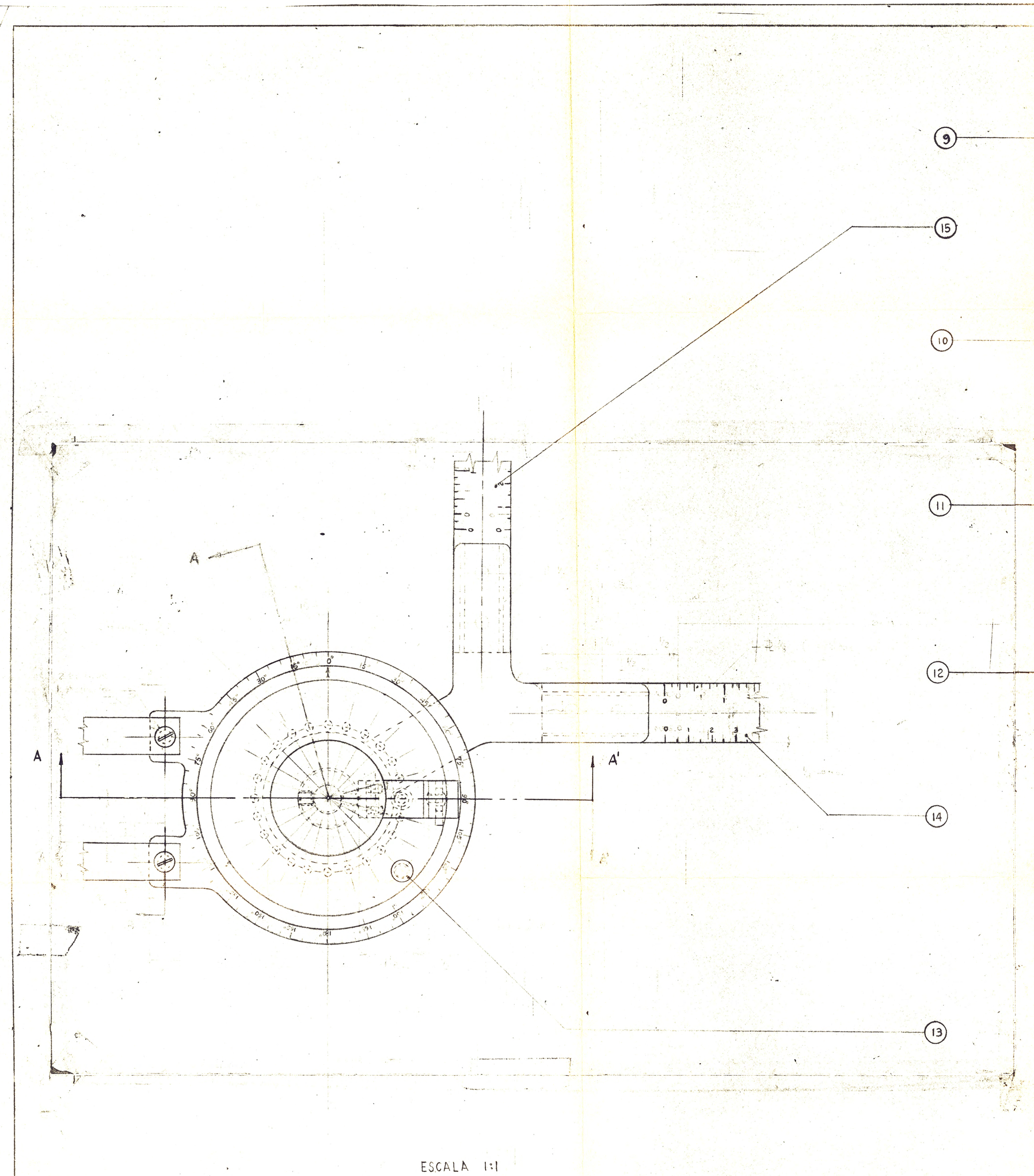


(10) EJE DE LA GUIA
BRONCE
1 PIEZA

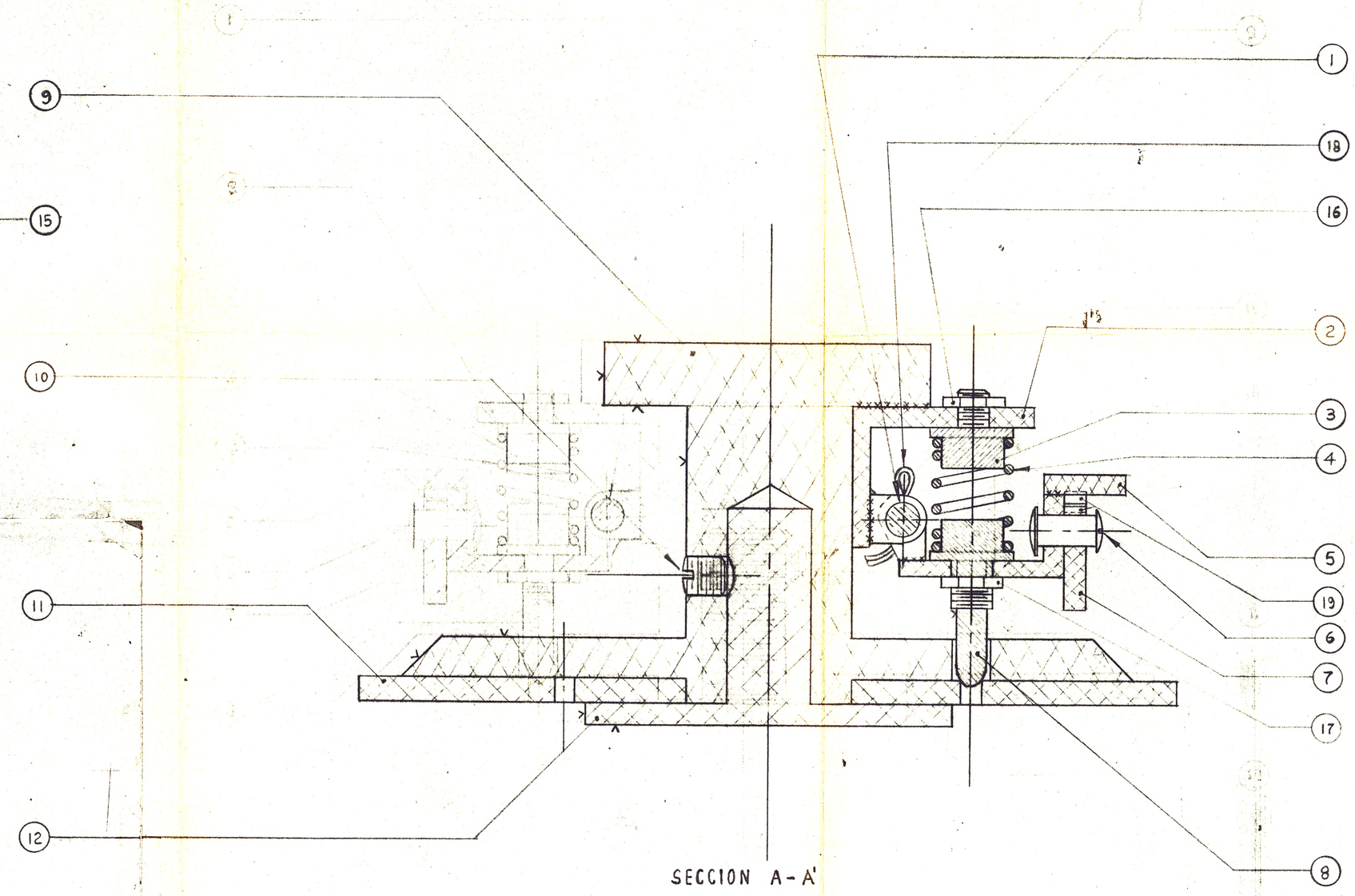


(9) RUEDA GUIA
BRONCE
1 PIEZA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
F.A. DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		
PLANO Nº 8	DESPIECE DEL CARRO HORIZONTAL Y DE LA GUIA INFERIOR	
TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		
ESCALA	FECHA	PRESENTADO POR :
3 : 1	6 - 3 - 72	MANUEL LUQUE C.



ESCALA 1:1



SECCION A-A'
ESCALA 2:1

Nº	DESIGNAC.	CANT.	DIMENS.	MATER.	OBSERV.
19	IMAN	2	1/8 x 1/8 x 1/8	HIERRO	
18	PASADOR	1	0.031 ϕ	ACERO	STANDART
17	TUERCA	1	1/4 - 28 UNF - HEX	BRONCE	"
16	TUERCA	1	3/16 - 32 UNF - HEX	BRONCE	"
15	REGLA 2	1	1/8 x 1 x 20	ALUM.	GRADUACION A PINCEL
14	REGLA 1	1	1/8 x 1 x 24	ALUM.	"
13	POSICIONADOR DE GIRO	1	1/4 - 28 UNF - 1/2	BRONCE	CABEZA CILIND. 3/8 ϕ
12	PORTADOR DE REGLAS	1	2 1/4 ϕ - 19/16	ALUM.	FUNDICION
11	PLATO DIVISOR	1	5 ϕ - R 1/8	ALUM.	
10	PRISIONERO	1	1/4 - 20 UNC - 5/16	ACERO	
9	CUERPO PRINCIPAL	1	1 ϕ - 2 3/16	ALUM.	FUNDICION
8	BALA TRABADORA	1	3/16 ϕ - 7/8	BRONCE	
7	TRABE	1	1 1/16 x 5/8 x 1/8	ALUM.	IMAN. A PRESION
6	PIN DEL TRABE	1	TORNILLO CHICAGO DE 3/8	ALUM	
5	PULSADOR	1	17/16 x 5/8 x 1/8	ALUM.	IMAN A PRESION
4	RESORTE	1	1/2 ϕ - 3/4 LONG. 32 P	ACERO	
3	APOYO SUPER.	1	13/32 ϕ - 3/16 LONG	BRONCE	
2	BASTIDOR SUPER.	1	1 1/8 x 7/8 x 1/8	ALUM.	
1	PIN PRINCIPAL	1	3/16 ϕ - 1 LONG.	BRONCE	

LISTA DE MATERIALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

P.A. DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

PLANO Nº 2 — ENSAMBLE DEL GONIOMETRO

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

ESCALA	FECHA	PRESENTADO POR:
INDICADA	6 - 3 - 72	MANUEL LUQUE