

12  
2 ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
UNIDAD ACADEMICA DE DISEÑO INDUSTRIAL

1990

EJERCITADOR MULTIPLE PARA MUSCULO CUADRICEPS

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Tesis profesional que para obtener el  
título de Licenciado en Diseño Industrial  
presenta el alumno:

JESUS MANUEL RODRIGUEZ GRANADA CERVANTES

1990



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCION

En esta época, de intensa actividad, cotidianamente suceden múltiples accidentes: ferroviarios, aéreos, automovilísticos, peatonales, laborales, deportivos, etcétera. Por fortuna integran la minoría aquellos de consecuencias mortales. En otros, las personas quedan afectadas con lesiones, que son reversibles a través de tratamiento interno, o bien, con intervenciones quirúrgicas.

Sin embargo, es muy común que estos pacientes una vez recuperados de su estado traumático, requieran de una terapia de rehabilitación; sobre todo aquellos que han sufrido fracturas y han sido sometidos a una o varias cirugías.

Un ejemplo claro de ello, es la fractura de rótula, que en la mayoría de los casos se soluciona con cirugía, pero que en el estado post-operatorio, por el

tiempo de inmovilidad que sufre(n) la o las piernas, se atrofia considerablemente el cuadriceps, músculo encargado de dar la movilidad requerida a las extremidades inferiores.

Durante la etapa de recuperación, el paciente se ve obligado a asistir a un centro de rehabilitación para, por medio del ejercicio, devolver la plena movilidad a la extremidad afectada. En la mayoría de los casos, esto no se consigue totalmente, y mucho menos, en el tiempo que el médico ortopedista considera suficiente: un mes y medio.

El problema radica, principalmente, en la gran demanda que existe en estos centros que cuentan con un sólo aparato, obviamente de uso individual, que al ser insuficiente para dar servicio a grupos, provoca el desinterés y el ausentismo.

Este aparato es de grandes dimensiones y de fabricación extranjera, por lo que adquirirlo resulta excesivamente caro. Además, tiene otras funciones para la recuperación física de distintas partes del cuerpo.

Por todas estas razones y por la inexistencia en México de un aparato diseñado exclusivamente para la rehabilitación del músculo cuádriceps, decidí llevar a cabo -como proyecto de tesis- el desarrollo de un Ejercitador Múltiple para Músculo Cuádriceps.

1 primera parte antecedentes

### Descripción de la necesidad.

Son numerosas las personas que sufren lesiones o lastimaduras de la rodilla: sea la rótula, los meniscos o los ligamentos. En cualesquiera de los casos, incluyendo los post-operatorios, los pacientes requieren del suministro de una terapia adecuada y sin interrupciones según el día y horario que se les asigne.

Los centros de rehabilitación que existen para tal fin, son inoperantes, pues cuentan con un sólo aparato en el que se recuperan no solo cuádriceps sino también todos los demás músculos del cuerpo. Este aparato requiere, para su uso, de una serie de accesorios no integrados, y que sin ellos, no es posible que un paciente lleve a cabo su terapia hasta que llegue el personal encargado del resguardo de los mismos.

La práctica de este ejercicio se lleva a cabo extendiendo y flexionando la pierna en posición sentada, es en la extensión cuando es necesario levantar o jalar una cantidad de peso, que varía según el estado de recuperación del paciente. Se hace con el torax a 90° con respecto al asiento, y en caso de necesitar ejercitar la parte superior del cuádriceps, el paciente debe reclinar el tórax sobre un ángulo aproximado a 150° con respecto al asiento.

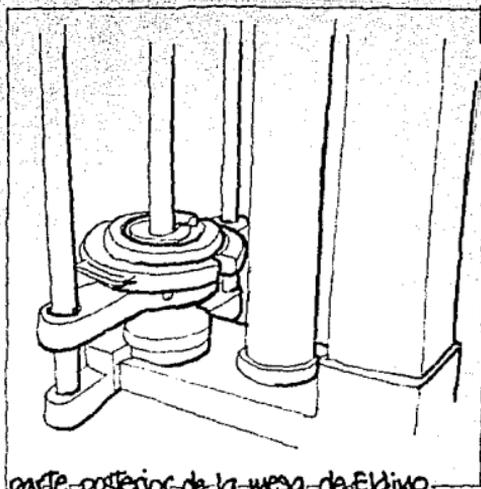
Lo ideal es mantener el peso constante durante todo el trayecto del ejercicio; es decir a 90°. El uso de pesas directamente en la pierna no es recomendable porque los músculos vastos o laterales son los que más se atrofian durante la etapa de inmovilidad, y uno de

ellos, el interior, es el encargado de completar la extensión, entra en acción durante los últimos 15'.

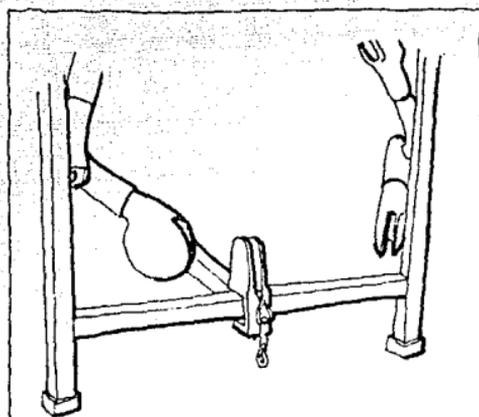
A continuación se presenta una descripción de la mesa de Elding,- aparato actualmente utilizado en los centros de rehabilitación- en lo que se refiere a la recuperación del cuadriceps.

## Análisis de la mesa de Elding.

Como ya mencioné, el aparato necesita varios accesorios como son: un puente para liberar la rodilla, una correa que se coloca en el tobillo y discos de fundición gris de diferente peso.

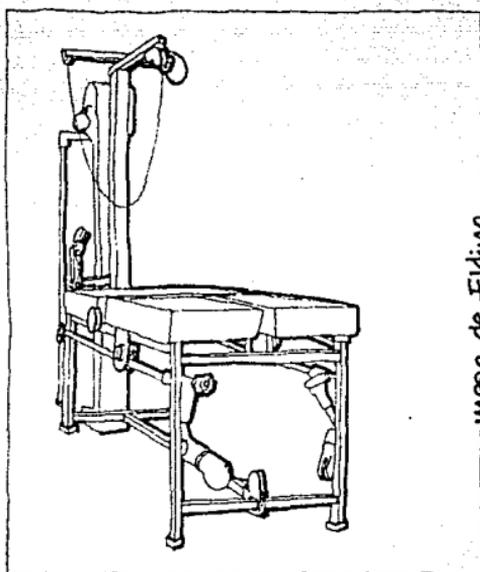


parte posterior de la mesa de Elding



parte frontal de la mesa de Elding

El paciente se sienta al frente del aparato, entonces se le coloca un puente debajo de la rodilla para liberarla del resto del asiento, en seguida se rodea el tobillo con una correa a la que se le engancha un cable que va a través de una serie de poleas a la parte posterior del aparato, en donde se encuentra un carro, es a éste al que se le carga con discos de peso. Una vez seleccionado el o los discos con el peso adecuado, el paciente comienza a levantarlo con movimientos de extenso-flexión. Es importante añadir que sólo se ejercita una pierna a la vez.



mesa de Eklund

En caso de necesitar ejercitar la parte superior del cuádriceps, el paciente tiene que recargarse sobre sus antebrazos; el artefacto carece de un respaldo adecuado.

Esta mesa está constituida por una estructura de tubo cuadrado, piezas de fundición como poleas y puente y un colchón forrado con tela vinílica.

Las desventajas del aparato son múltiples: no es posible iniciar el ejercicio hasta que se colocados los accesorios a éste y al paciente; es necesario manejar pesos, lo cual no es saludable ni para el paciente ni para el terapeuta; el no tener los accesorios integrados dificulta el manejo; no es posible manejar grupos; su apariencia visual es muy pobre, característica de hospital; y además de todo, es un diseño extranjero desarrollado en los años cincuenta que no satisface las necesidades de finales de siglo.

### **Perfil del nuevo producto.**

La respuesta a la demanda en centros de rehabilitación para la recuperación del músculo cuádriceps, es diseñar un aparato múltiple en el que puedan realizar el ejercicio un número de cuatro personas a la vez, trabajando durante 20 minutos. Al término de este lapso, utilizan el aparato otras cuatro personas mientras el primer grupo reposa, sale el segundo grupo y entra el primero a efectuar su segunda y última sesión del día, y así sucesivamente. De esta manera, en una jornada de 8 horas, 48 pacientes habrán realizado su terapia diaria de recuperación satisfactoriamente.

Se proponen las siguientes exigencias para el nuevo producto:

- Integrar al ejercitador todos los accesorios para que no haya necesidad de desmontarlos y guardarlos.
- Exentarlo del manejo de pesos.
- Desarrollar un aparato múltiple para cuatro personas pero independiente uno de otro.
- Facilitar la instalación del paciente.
- Proveerlo de un respaldo adecuado.
- Incluir un contador de repeticiones.
- Se adecuará a personas que se encuentren entre el 05 y el 95 percentil.
- Que pueda ser manejado por los pacientes.
- De colores y apariencia de un gimnasio no de área de rehabilitación.

- Que su fabricación sea en serie.
- De menor precio que la mesa de Elding.
- Que sustituya importaciones.

Propongo una apariencia visual diferente de la característica de hospital, porque ésta transmite a los pacientes usuarios sentimientos depresivos que retardan la rehabilitación.

El ejercitador evitará al máximo tener piezas mecánicas expuestas con el fin de no provocar accidentes a cualquiera de los dos usuarios; directo (paciente), indirecto (terapista).

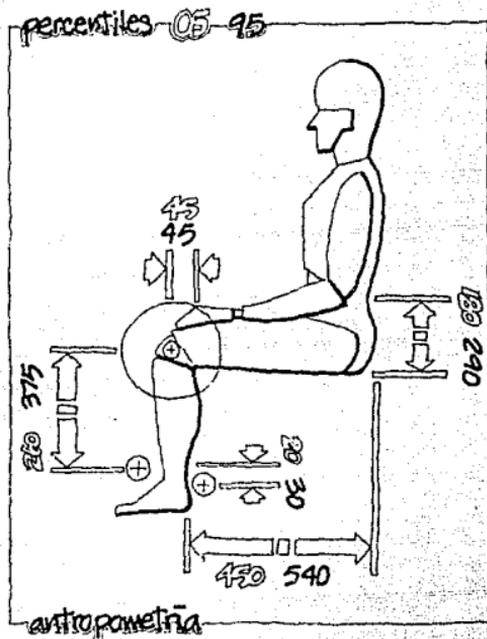
segunda **2** parte

desarrollo del proyecto

## **Ergonomía.**

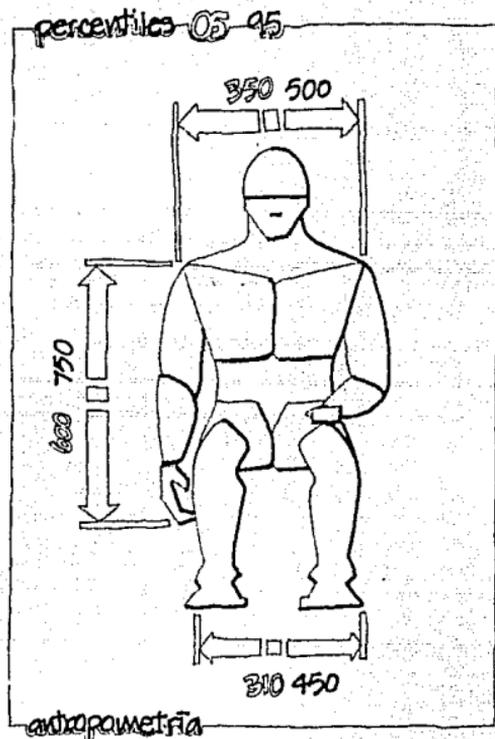
El problema fue atacado a partir de la ergonomía porque es donde hay más deficiencias, -y más graves-, en los productos existentes, y es en donde se considera que debería haber mayores estudios.

Primeramente se definió que sería utilizado por personas adultas y cuyas medidas se encontraran entre el 05 y el 95 percentil. En seguida se realizaron planos antropométricos a escala 1/1 de estos dos percentiles en comparación para detectar diferencias y determinar los puntos que sirvieron como base al diseño y en donde sería necesario colocar mecanismos de ajuste para cada persona.

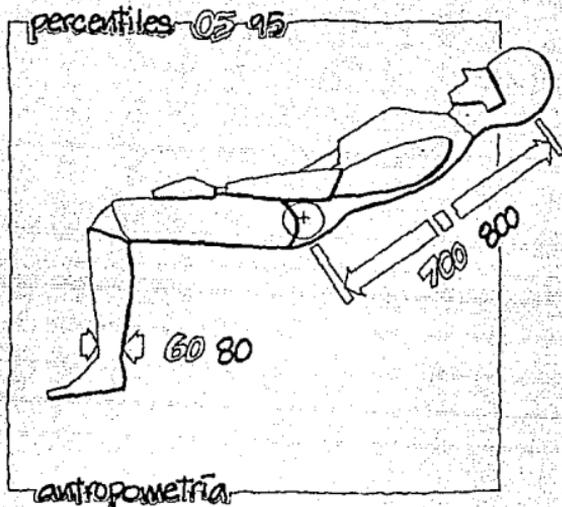


Los puntos más importantes son los siguientes.

- Posición del punto de liberación de la rodilla.
- Eje de giro de la rodilla.
- Distancia del brazo de giro (rodilla-tobillo).
- Distancia pantorrilla-glúteos.
- Altura del asiento.
- Dimensiones del asiento.
- Dimensiones del respaldo.



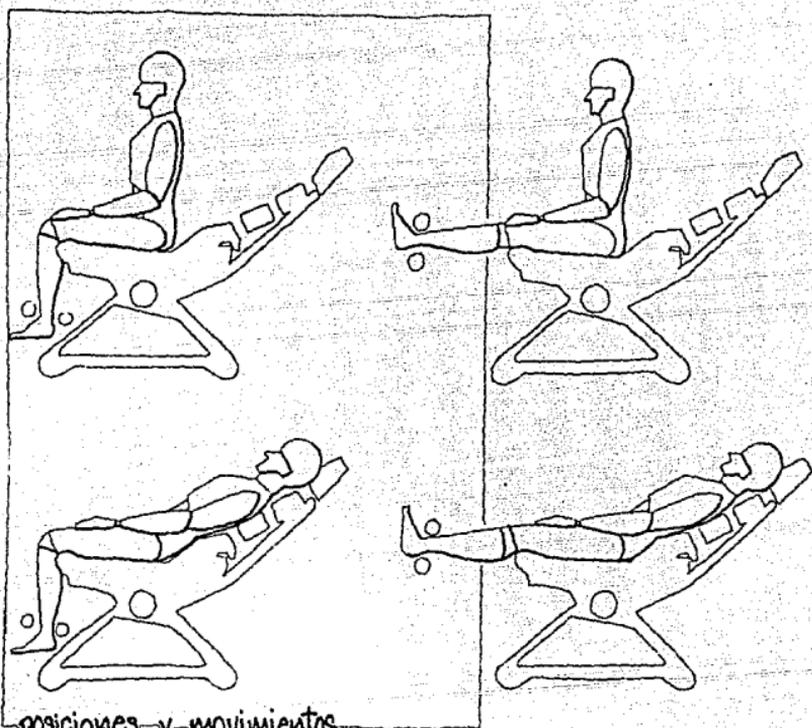
Después de analizar el aparato existente y de realizar los estudios ergonómicos y antropométricos pertinentes, es necesario comprobar, ahora en tres dimensiones. Para esto se realizó un simulador que fue presentado a los médicos ortopedistas que colaboraron en el proyecto para hacer las últimas correcciones y pasar al diseño definitivo.



Durante esta presentación, se reitera que el número de personas que se ejercitarán a la vez es de cuatro, y también se sugiere colocar un contador de repeticiones y ejercitar los tendones posteriores a la rodilla (isquiotibiales) mediante una resistencia al flexionar la pierna.

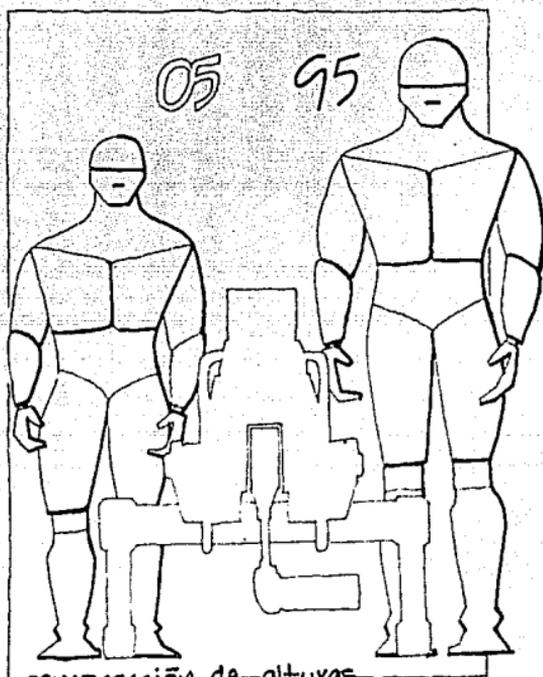
Los pacientes realizarán sus ejercicios de manera cómoda en cualquiera de las dos posiciones, ya sea con la espalda erguida o recostado.

El asiento, el respaldo y los rodillos con que se jala el peso, están provistos de espuma para hacerlo más confortable.



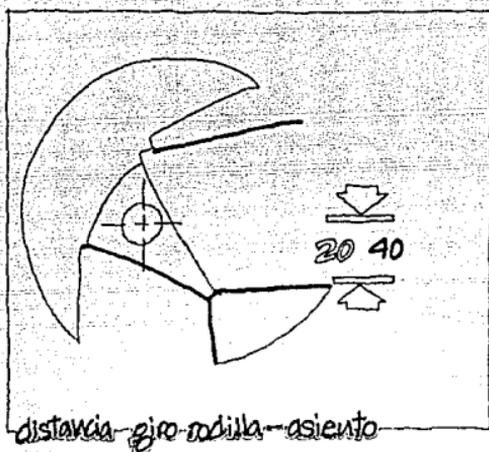
### posiciones y movimientos

La altura del asiento es adecuada, tratando que sea lo suficientemente alto para que no arrastren en el piso los pies de la persona más alta, y lo necesariamente bajo para que el usuario de dimensiones menores pueda sentarse y levantarse con facilidad.



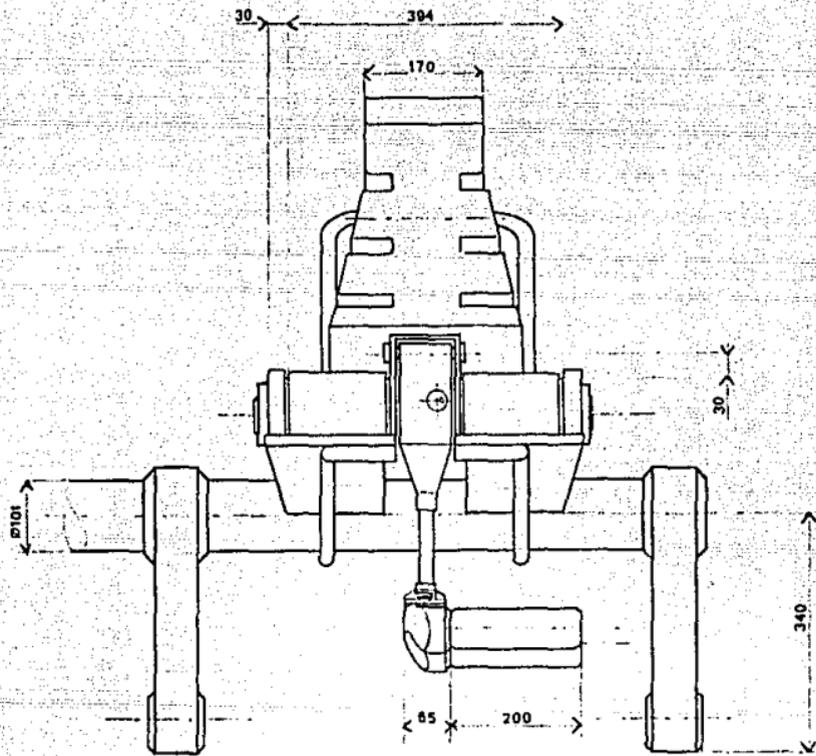
### comparación de alturas

Con el objeto de reducir al máximo el esfuerzo, el aparato tiene un péndulo con ajuste de altura para cada usuario, cuyo eje de giro corresponde al de la rodilla misma. Entre el 05 y el 95 percentil hay una diferencia de 20 mm en la altura del punto de giro desde el puente de liberación, así que se tomó el 55 percentil para colocar el eje del péndulo.

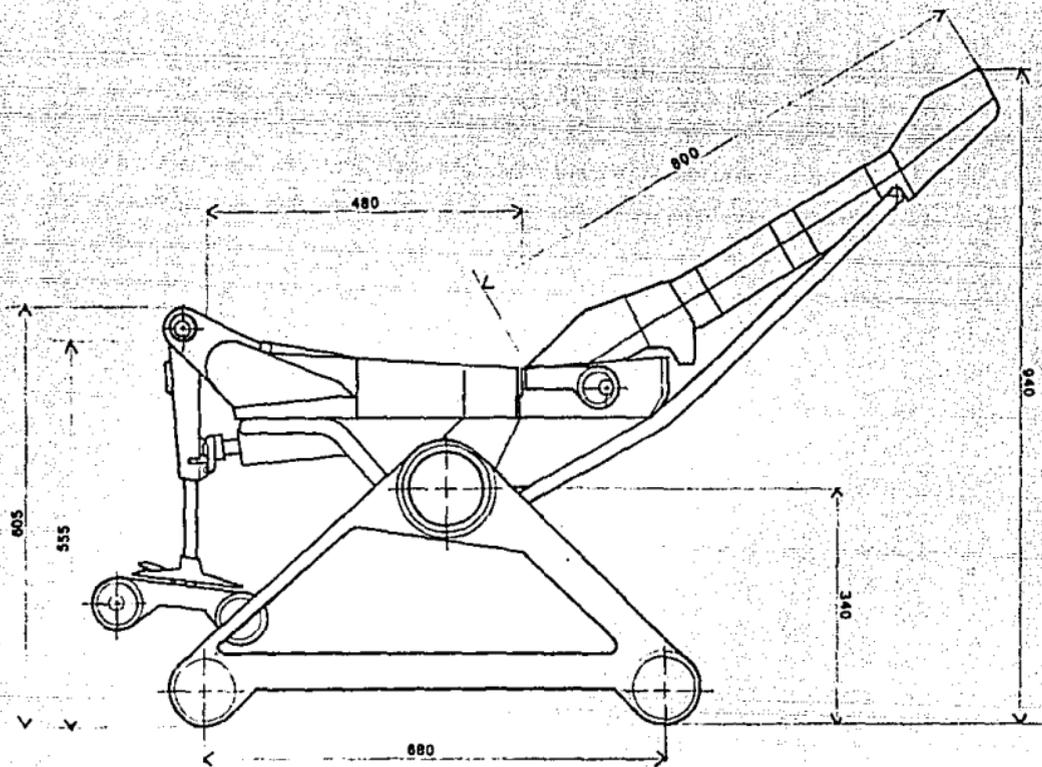


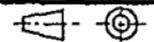
*distancia giro cadera - asiento*

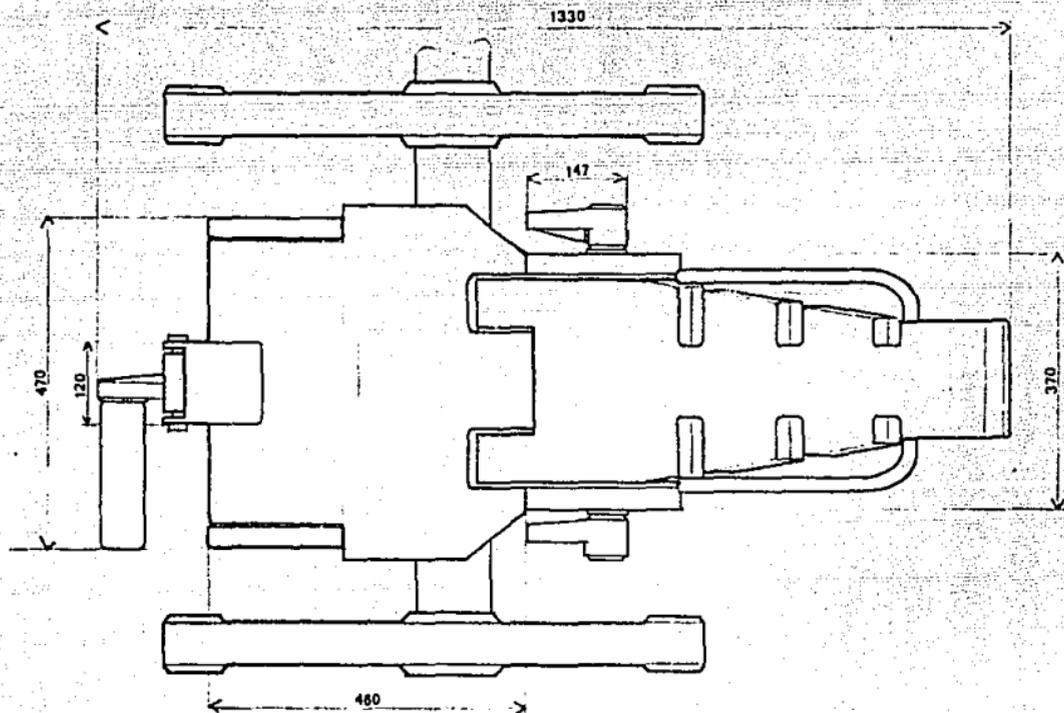
El ejercitador tiene un contador de repeticiones que en una pantalla marca el número de las que han sido bien hechas, y en otra, una flecha marca cuando se debe iniciar la flexión o la extensión. Como se trabaja sobre tiempo, el paciente y terapeuta pueden llevar un buen control de mejoría. Esto, la agilización de la terapia, y la no necesidad de esperar para realizarla, son elementos motivantes para el paciente. Se presenta la posibilidad de aumentar el índice de asistencia logrando una mejor y más rápida recuperación.

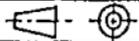


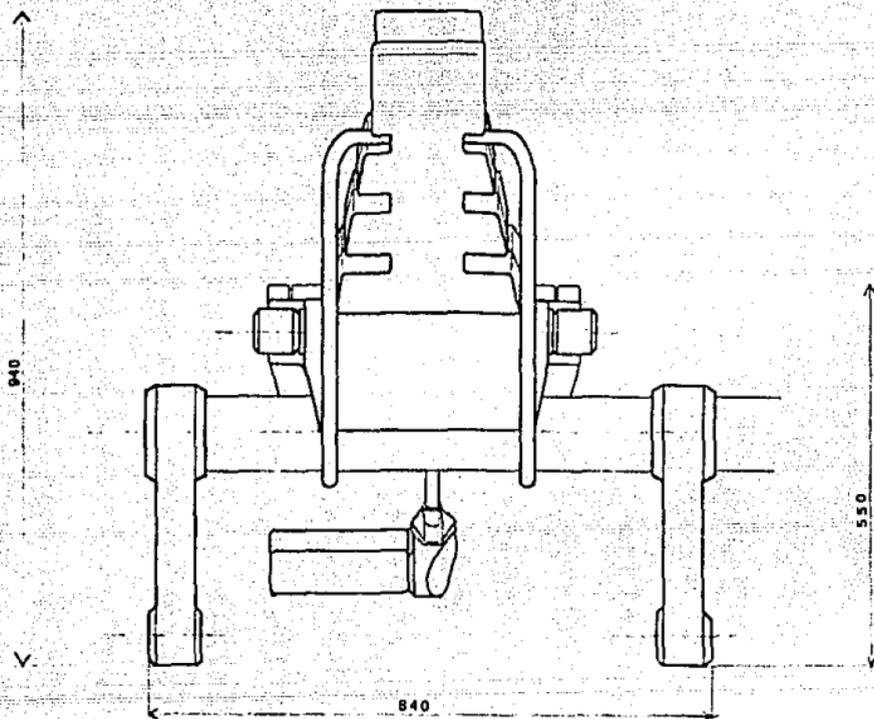
|           |                        |             |
|-----------|------------------------|-------------|
| ESC 1:7.5 | VISTA FRONTAL          | RODRIGUEZ G |
|           | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA     | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

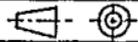


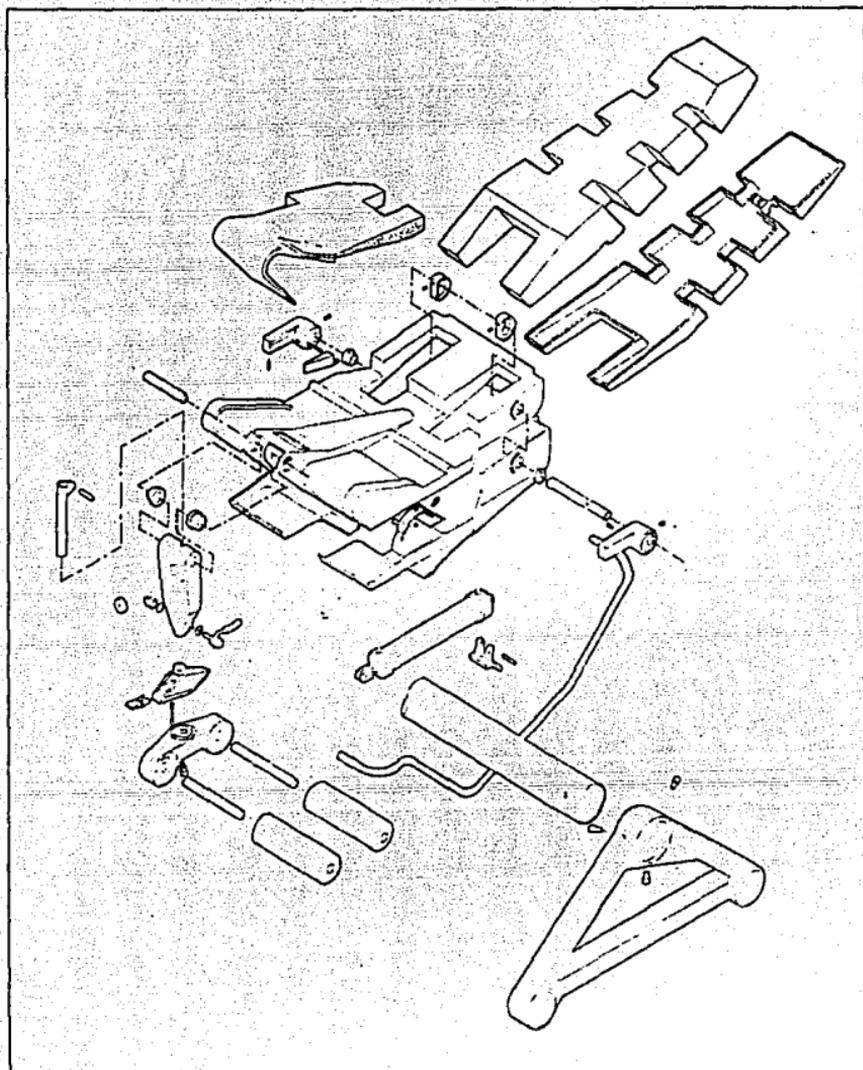
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1:7,5   | VISTA LATERAL          | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

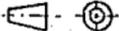


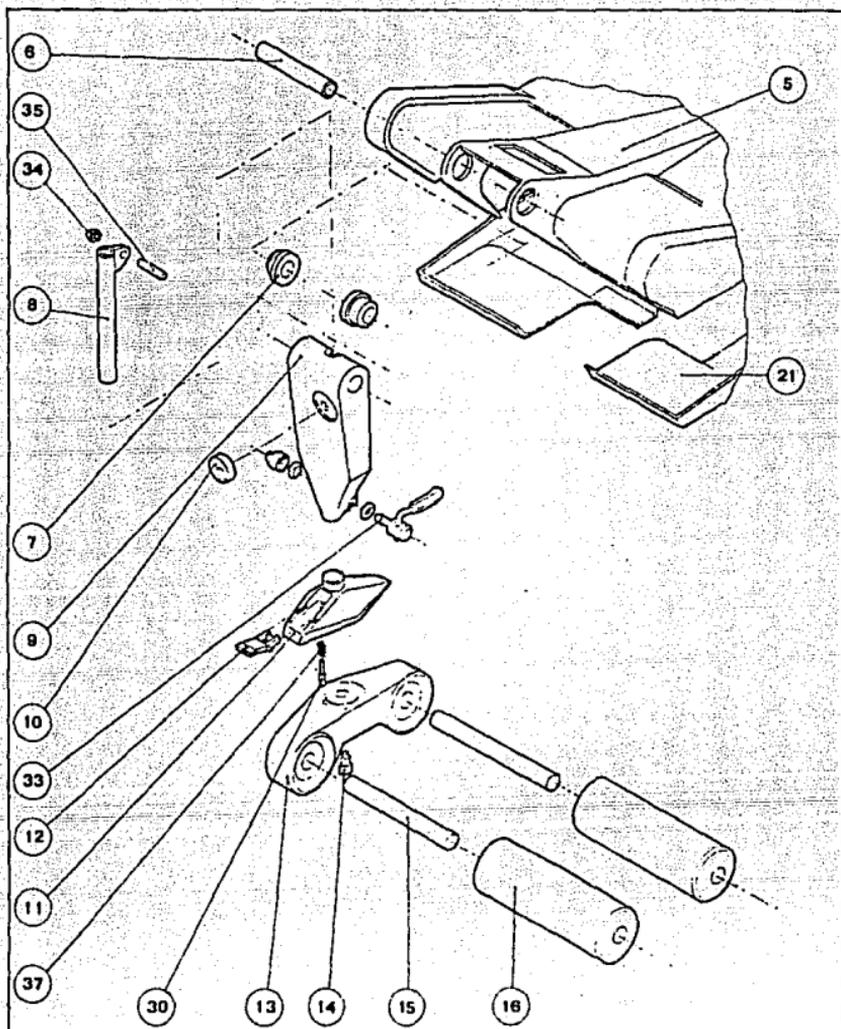
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1:7.5   | VISTA SUPERIOR         | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

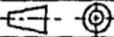


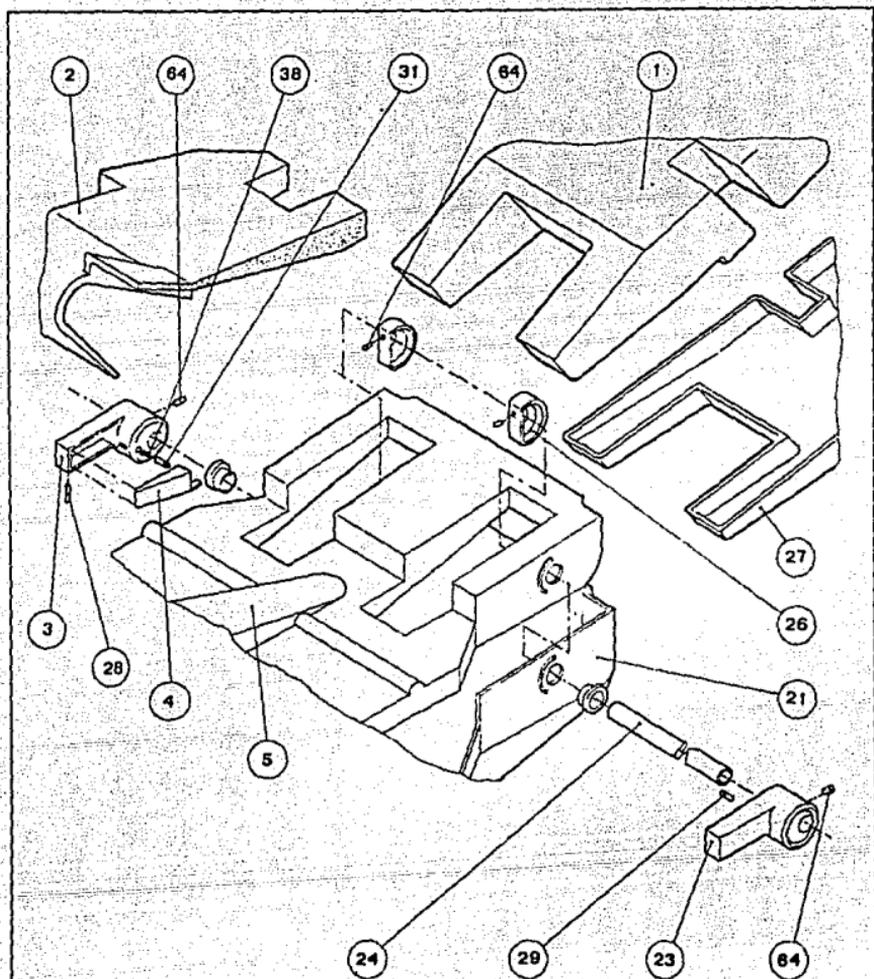
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1/7.5   | VISTA POSTERIOR        | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

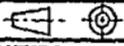


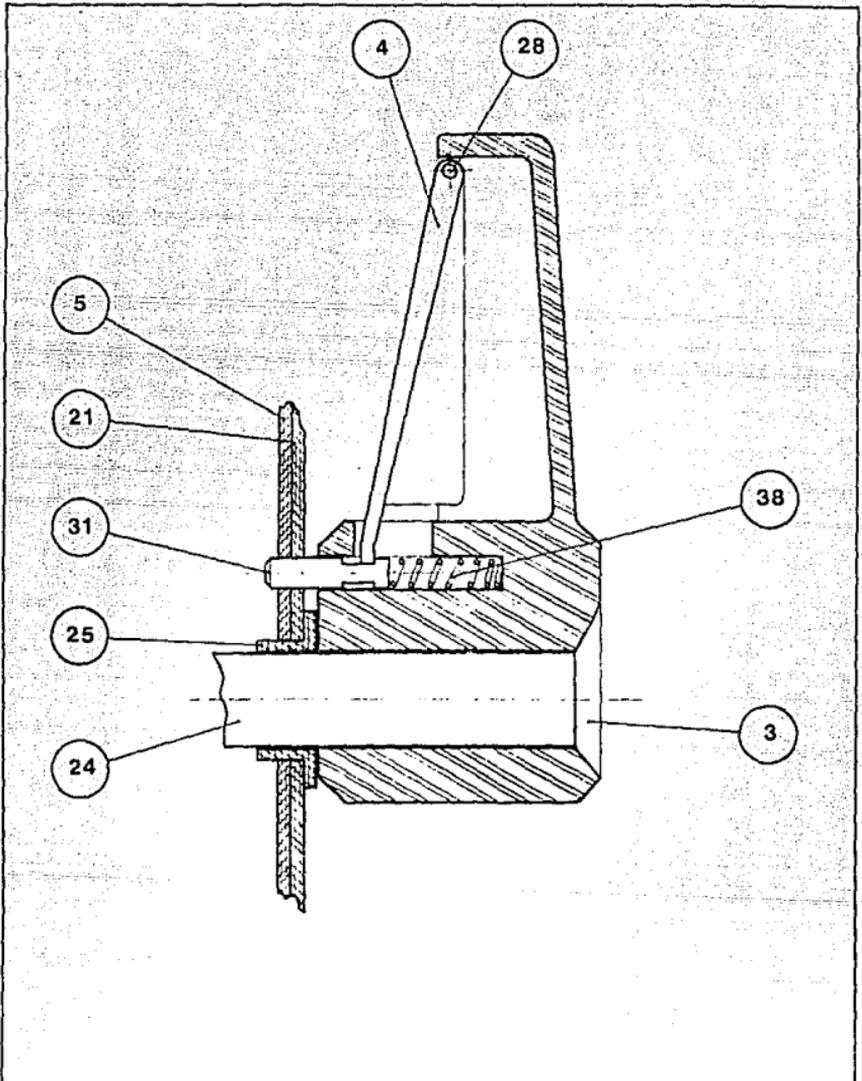
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC   | DESPIECE GENERAL       | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

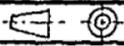


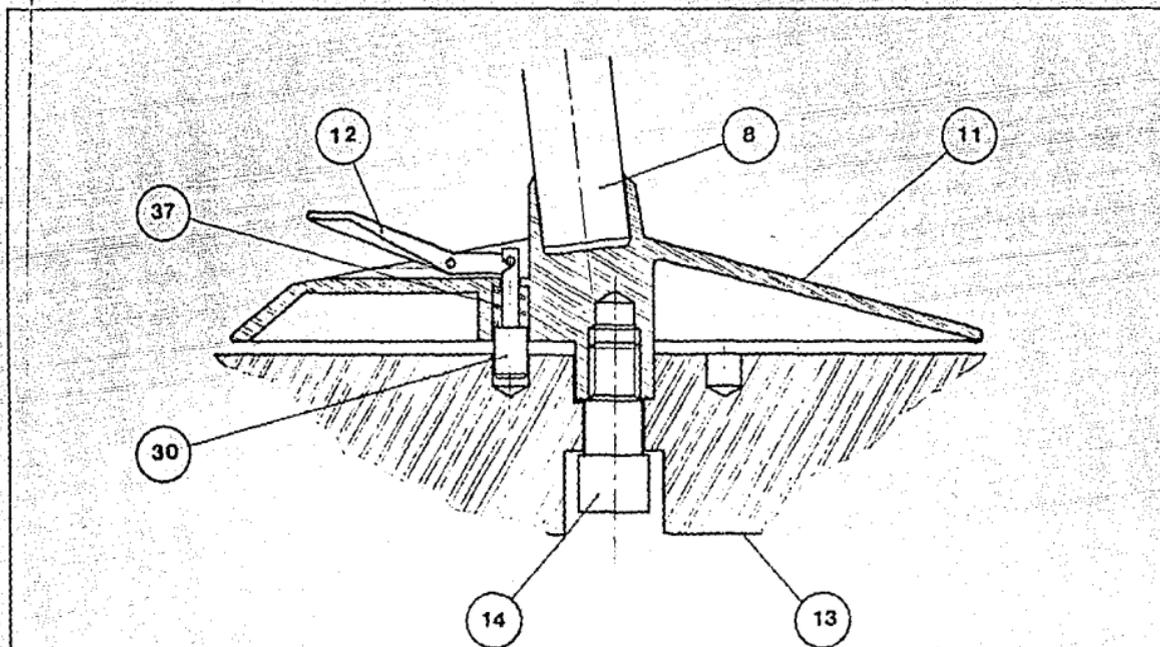
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC   | DESPIECE PENDULO       | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

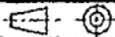


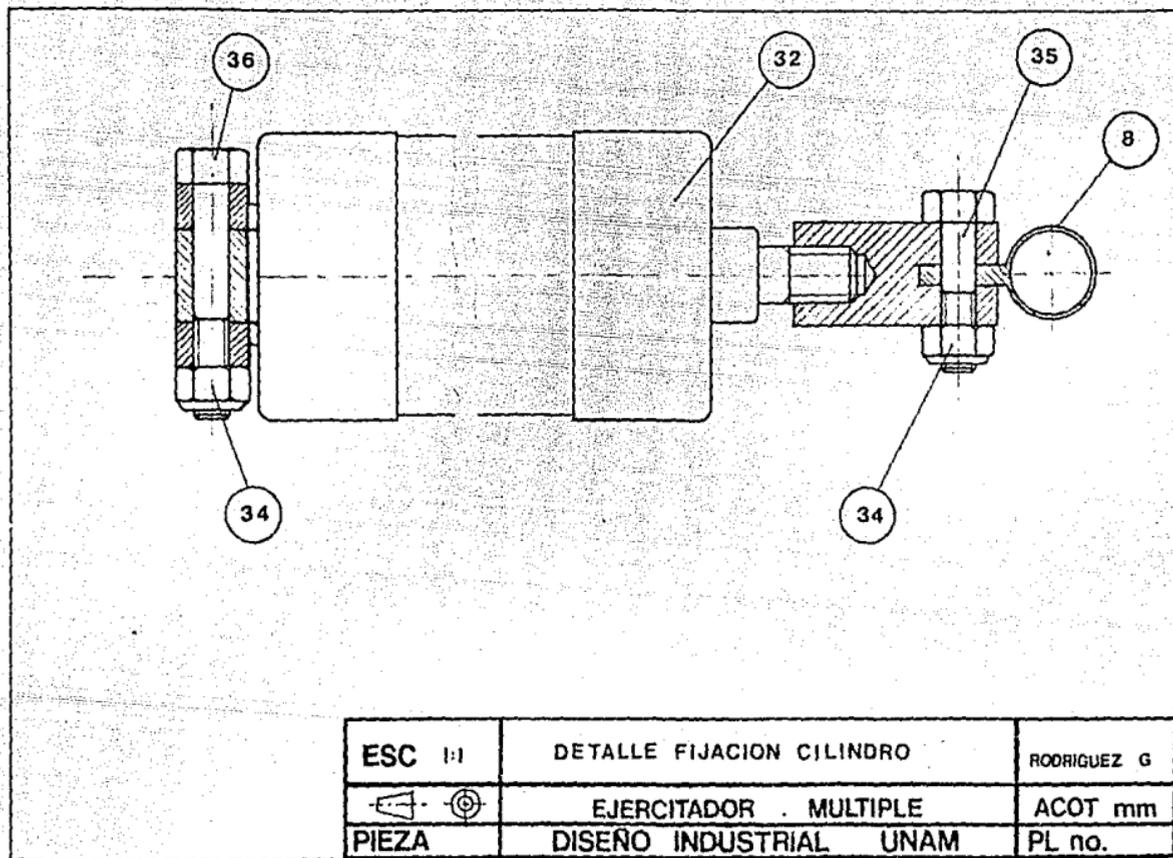
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC   | DESPIECE MEC. RESPALDO | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

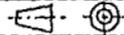


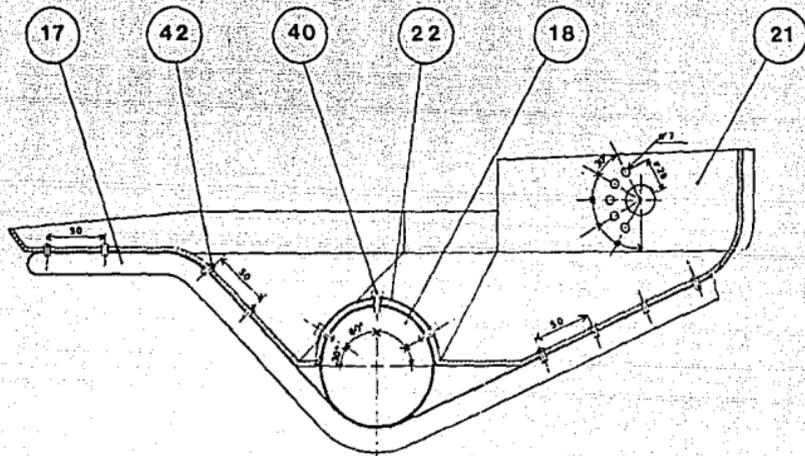
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1:1   | DETALLE MEC. RESPALDO  | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

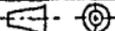


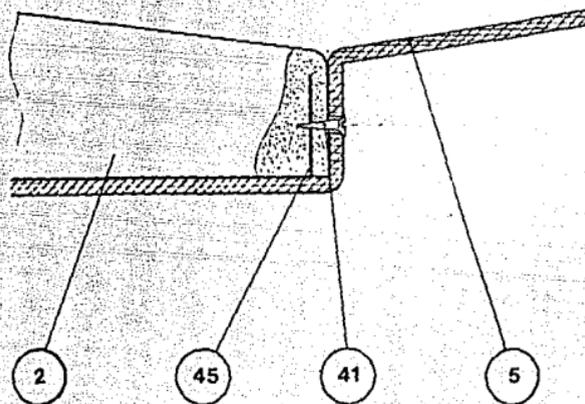
|   |                           |             |
|---|---------------------------|-------------|
| ESC 1:1   | DETALLE MECÁNICO RODILLOS | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE      | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM    | PL no.      |

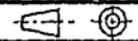


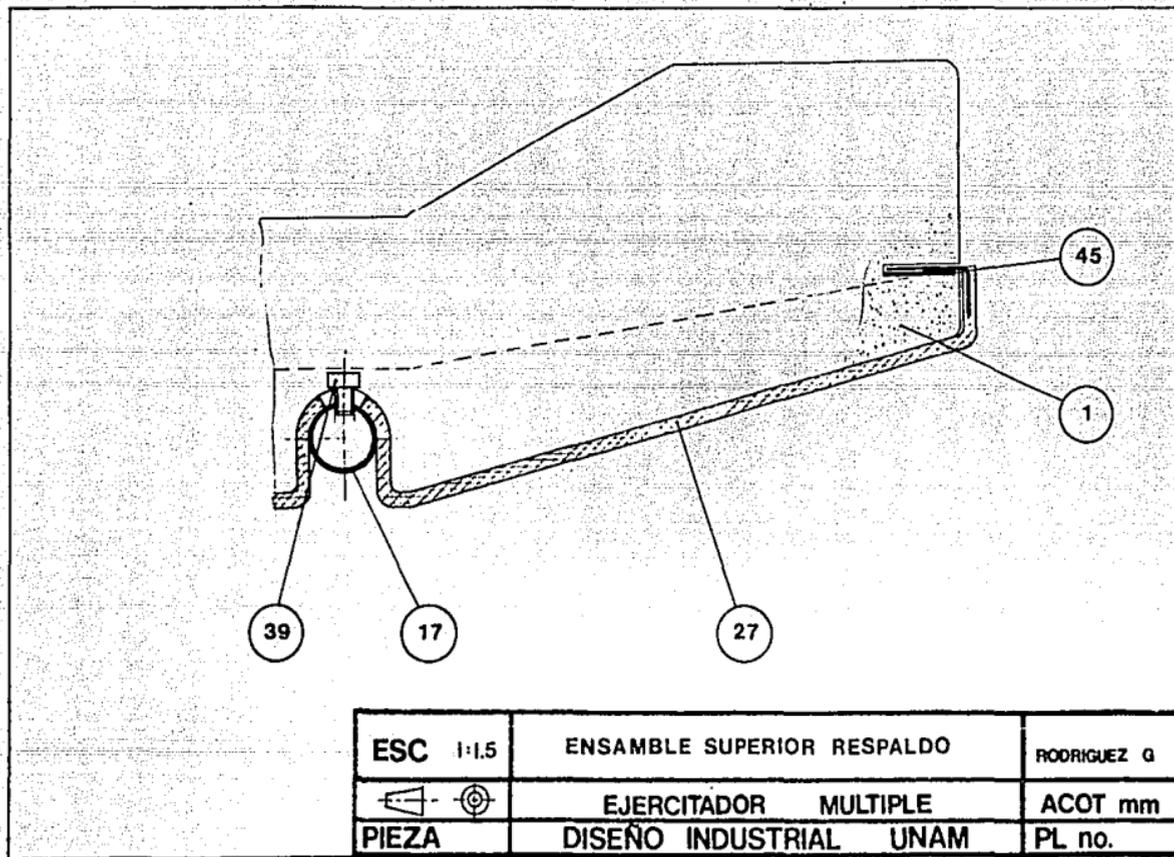
|   |                           |             |
|---|---------------------------|-------------|
| ESC 1:1   | DETALLE FIJACION CILINDRO | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR . MULTIPLE    | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM    | PL no.      |



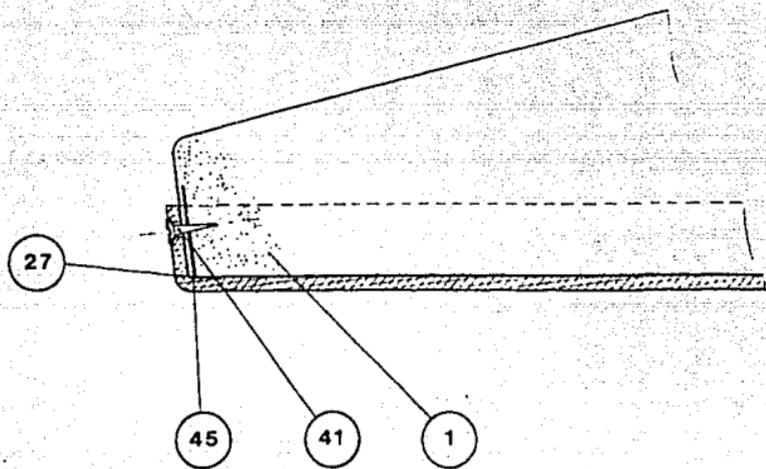
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1:3.5   | ENSAMBLE               | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

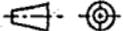


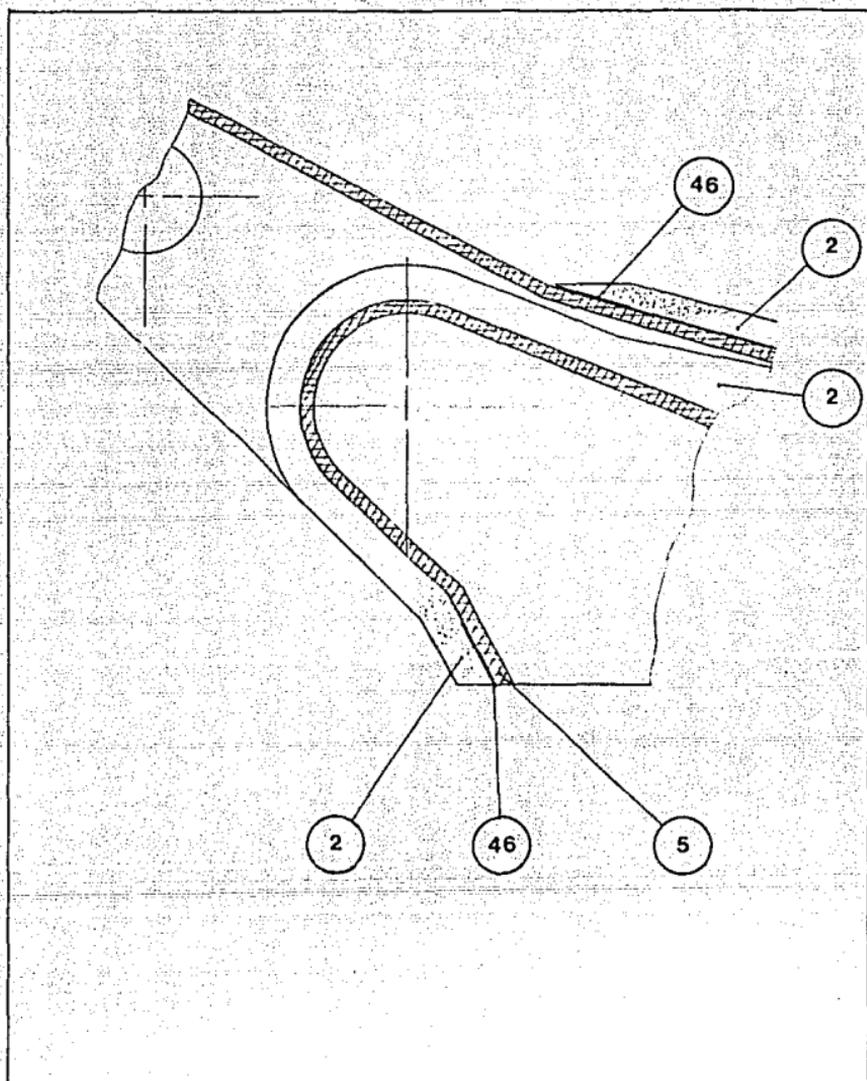
|   |                         |             |
|---|-------------------------|-------------|
| ESC 1:1.5   | ENSAMBLE ESPUMA ASIENTO | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE    | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM  | PL no.      |



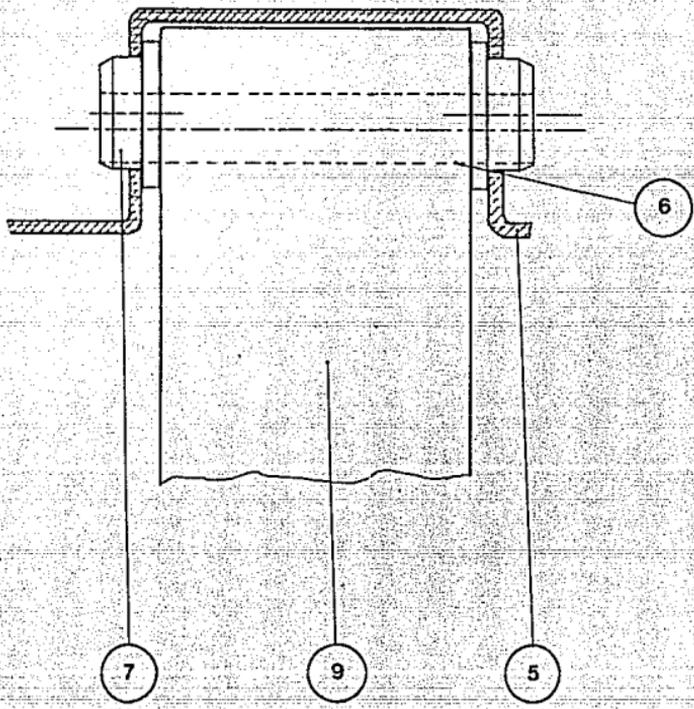
|           |                            |             |
|-----------|----------------------------|-------------|
| ESC 1:1.5 | ENSAMBLE SUPERIOR RESPALDO | RODRIGUEZ G |
|           | EJERCITADOR MULTIPLE       | ACOT mm     |
| PIEZA     | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM     | PL no.      |



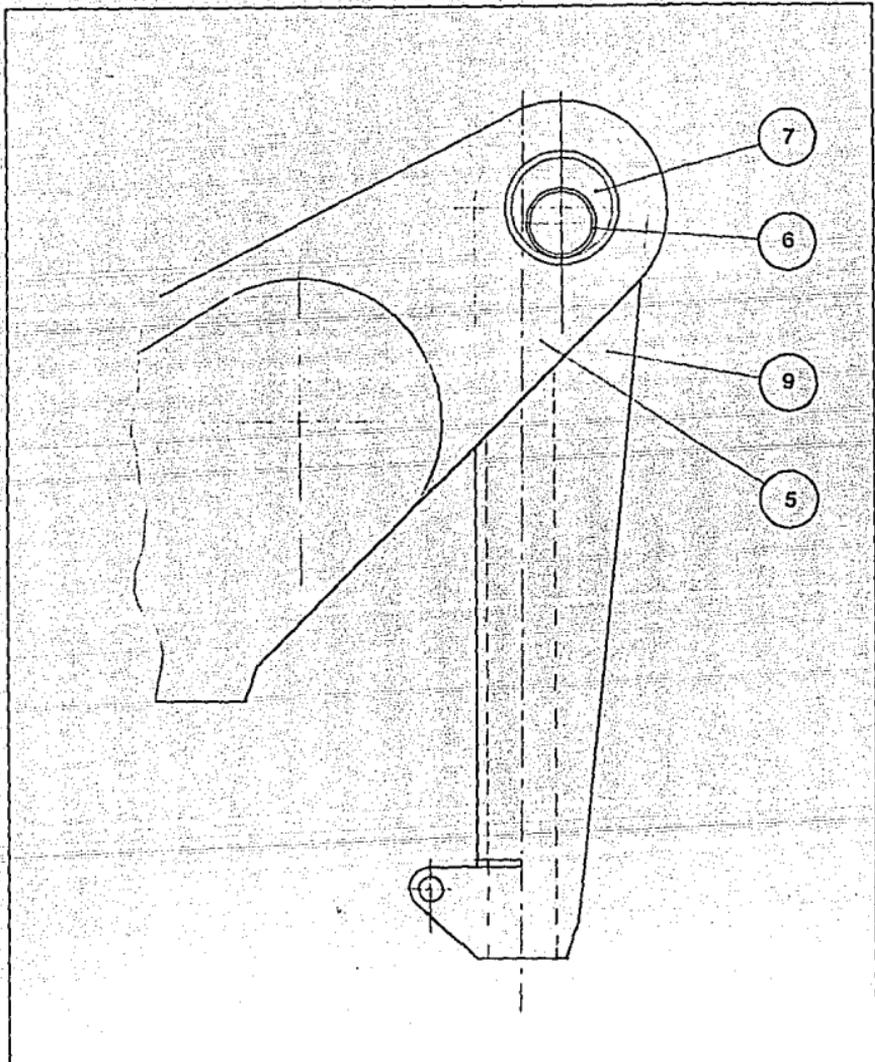
|   |                               |             |
|---|-------------------------------|-------------|
| <b>ESC</b> 1:1.5  | <b>ENSAMBLE INF. RESPALDO</b> | RODRIGUEZ G |
|  | <b>EJERCITADOR MULTIPLE</b>   | ACOT mm     |
| <b>PIEZA</b>  | <b>DISEÑO INDUSTRIAL UNAM</b> | PL no.      |

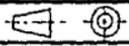


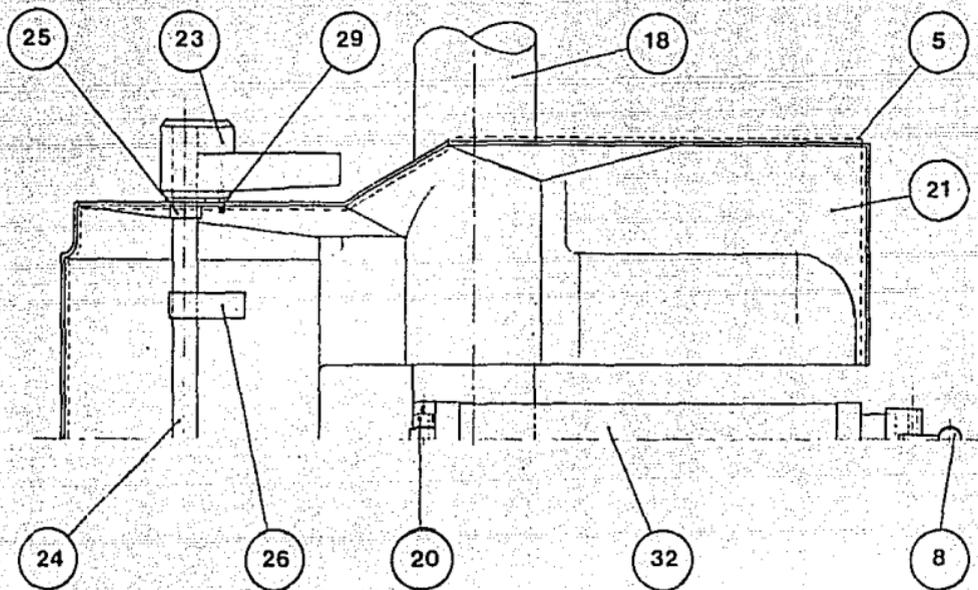
|  |                         |             |
|--|-------------------------|-------------|
| ESC 1:1.5  | ENSAMBLE ESPUMA ASIENTO | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE    | ACOT mm     |
| PIEZA  | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM  | PL no.      |

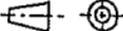


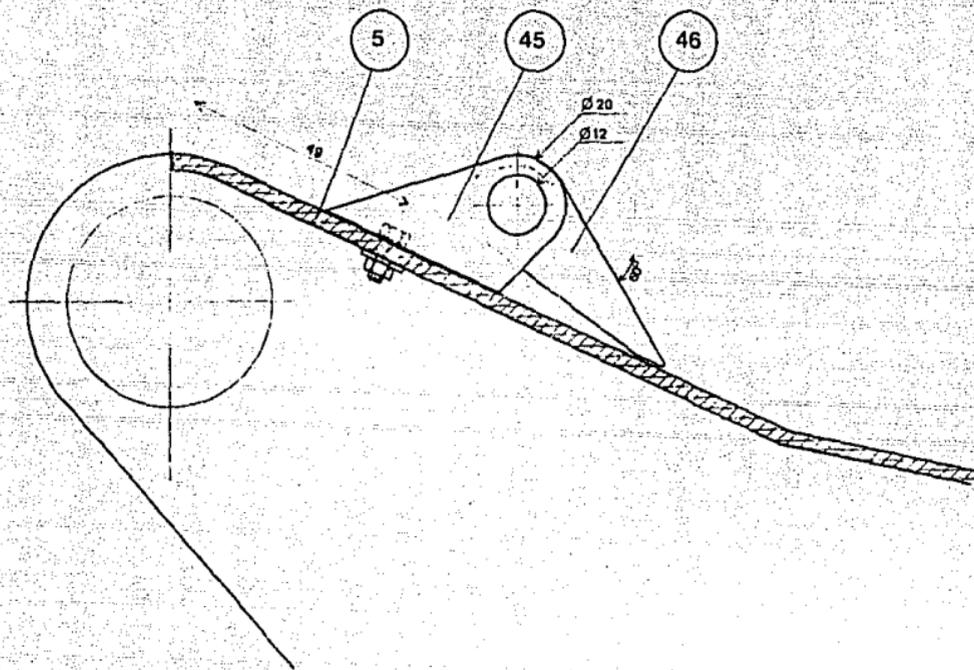
|           |                        |             |
|-----------|------------------------|-------------|
| ESC 1:1.5 | VISTA FRONTAL PENDULO  | RODRIGUEZ G |
|           | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA     | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

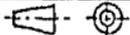


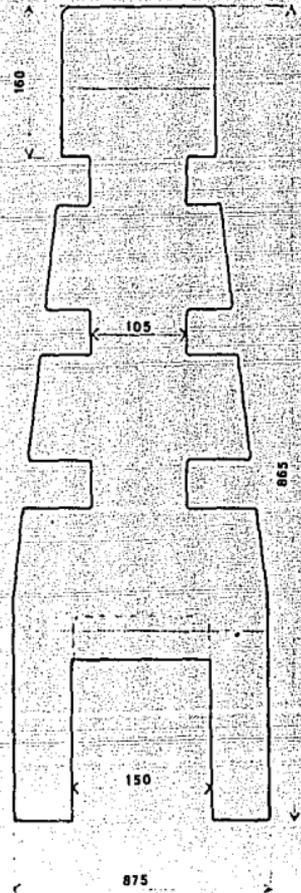
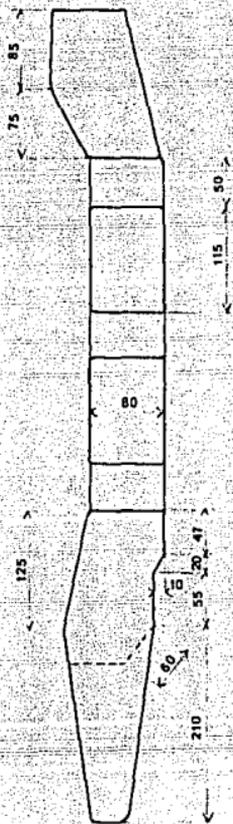
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1:1.5   | VISTA LATERAL          | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



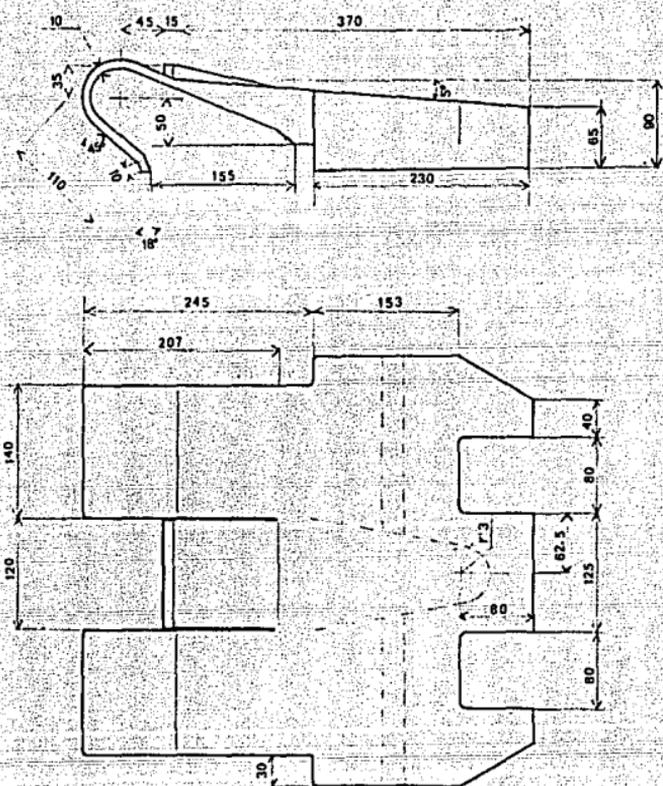
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1:4   | DETALLE ASIENTO        | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

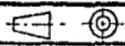


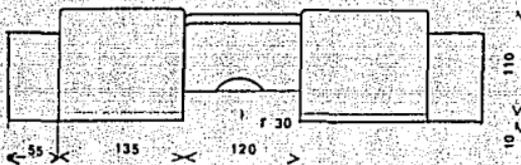
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1/1   | ENSAMBLE CONTADOR      | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



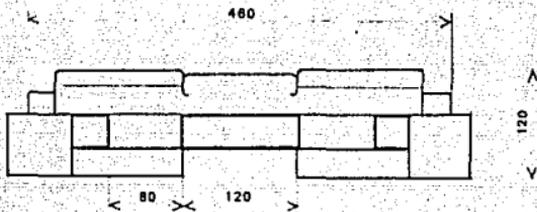
|         |                        |             |
|---------|------------------------|-------------|
| ESC 1:5 | ACOGINADO RESPALDO     | RODRIGUEZ G |
|         | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 1 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



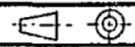
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1:5   | ACOGINADO ASIENTO      | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 2   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

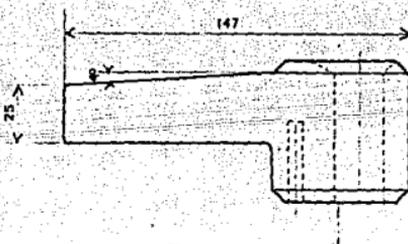
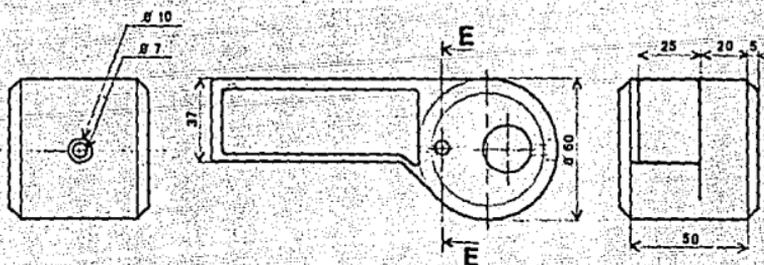
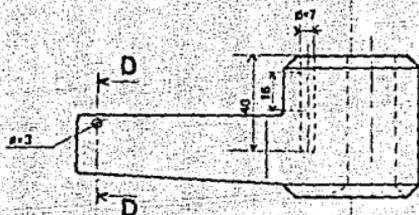


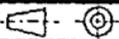
FRONTAL



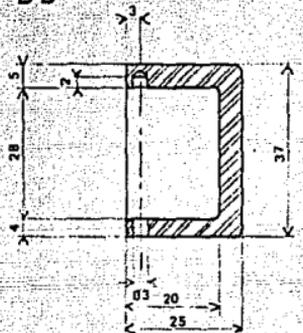
POSTERIOR

|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1/5   | ACOGINADO ASIENTO      | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 2   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

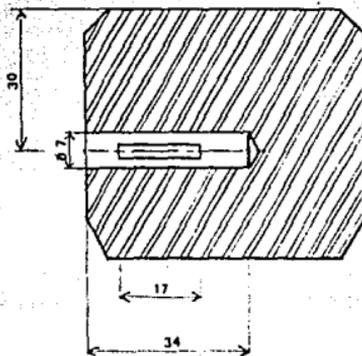


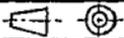
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1/2   | PALANCA DERECHA        | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 3   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

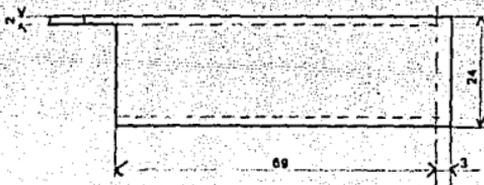
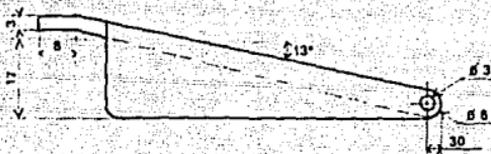
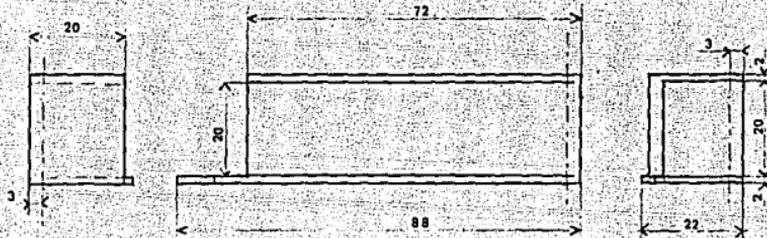
corte DD

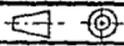


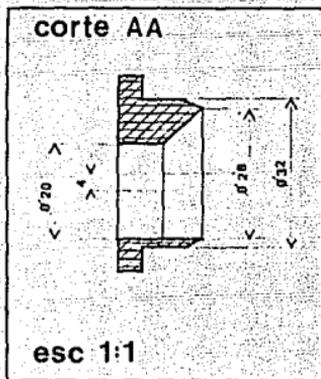
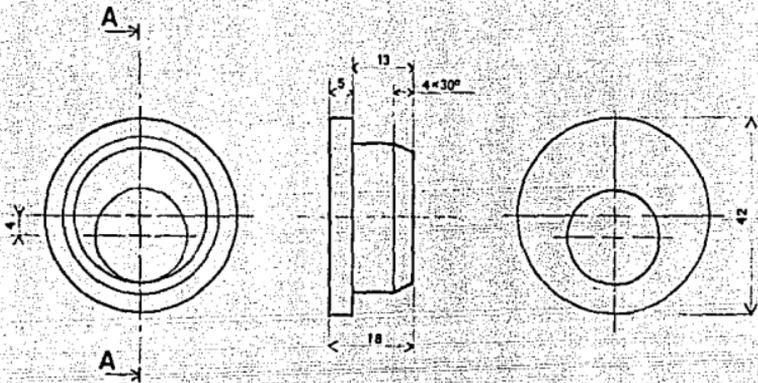
corte EE



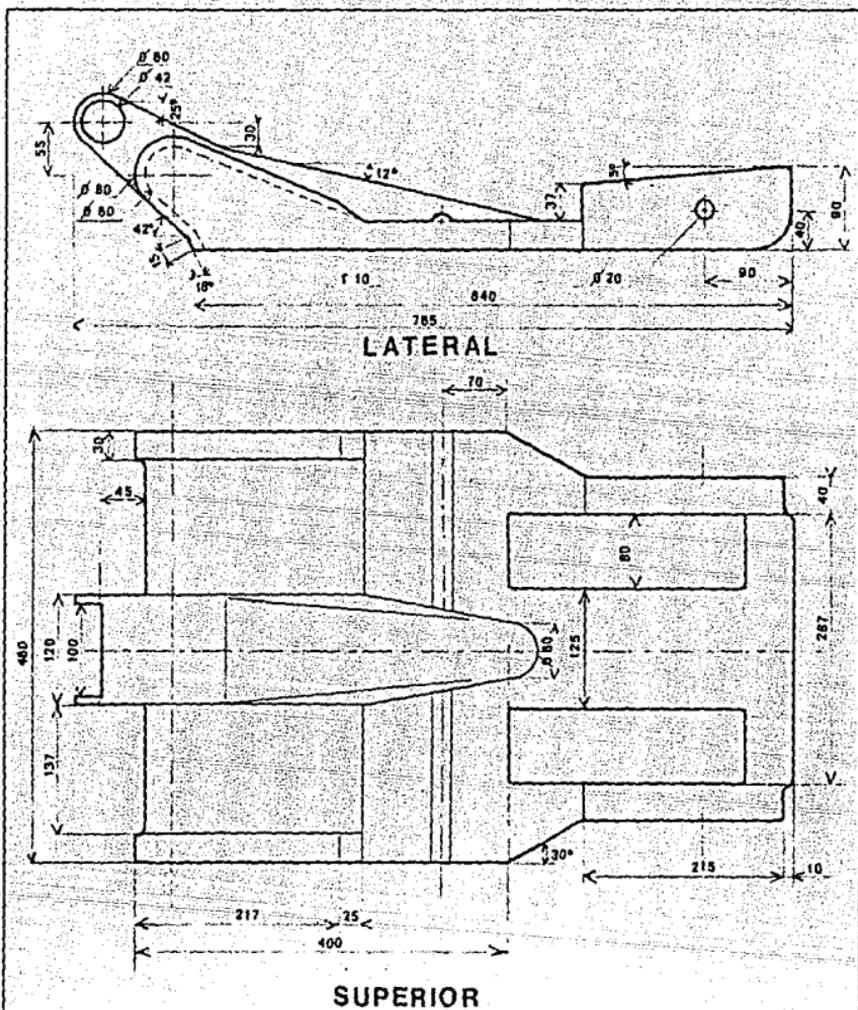
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1:1   | CORTES PALANCA DERECHA | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 3   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

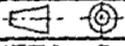


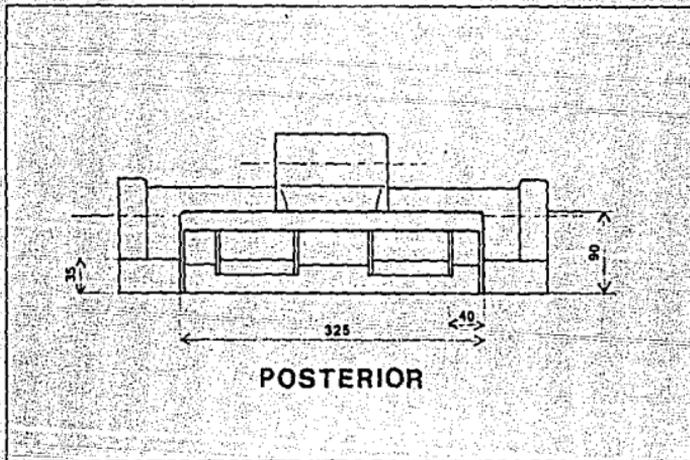
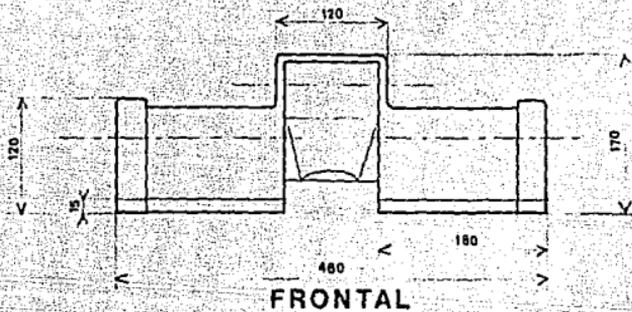
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1:1   | DESTABADOR RESPALDO    | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 4   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

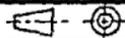


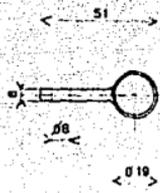
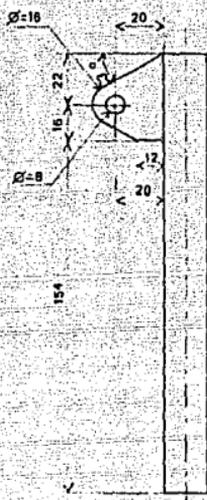
|         |                        |             |
|---------|------------------------|-------------|
| ESC 1:1 | BUJE EJE PENDULO       | RODRIGUEZ G |
|         | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 7 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



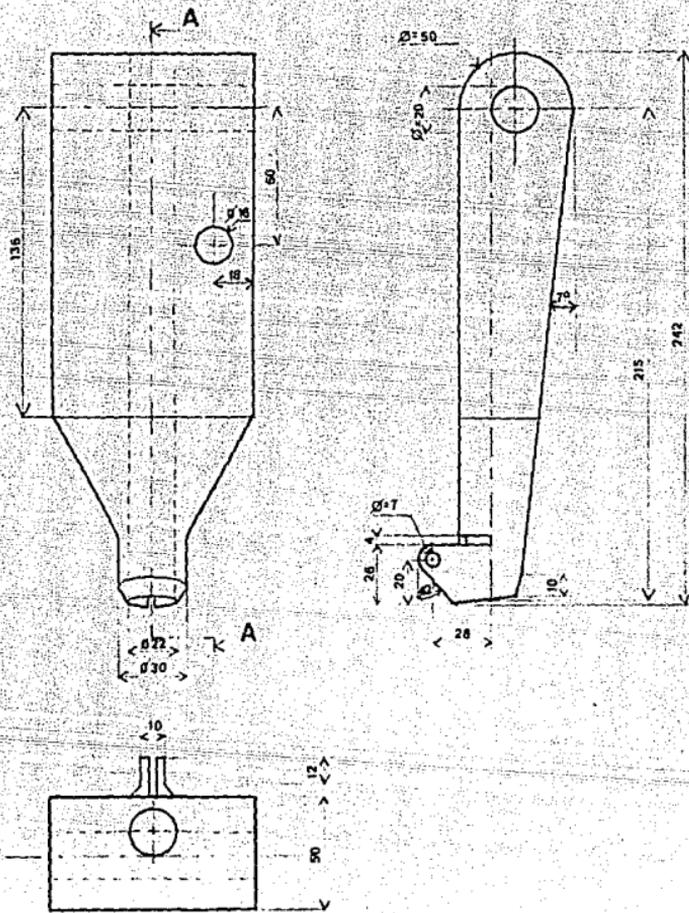
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1:5   | CARROCERIA SUPERIOR    | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 5   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

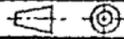


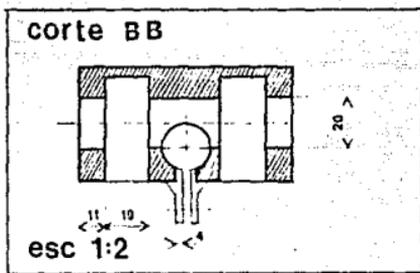
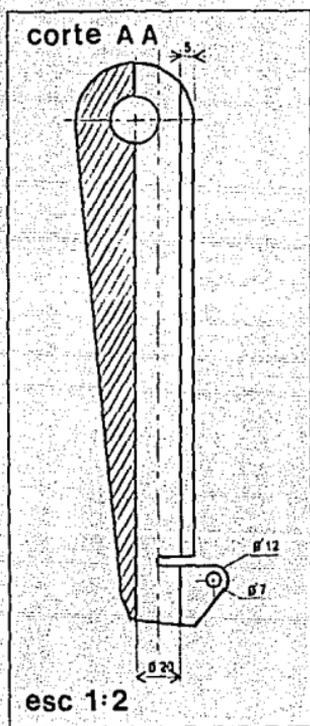
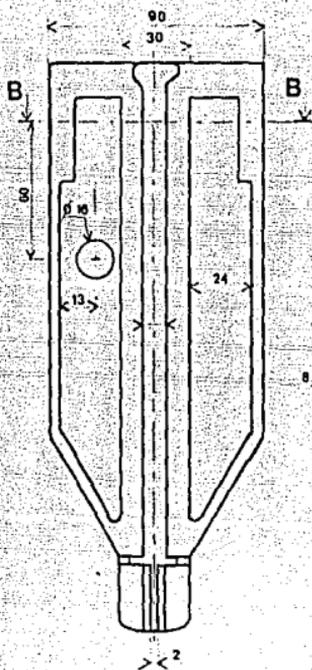
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1/5   | CARROCERIA SUPERIOR    | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 5   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

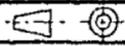


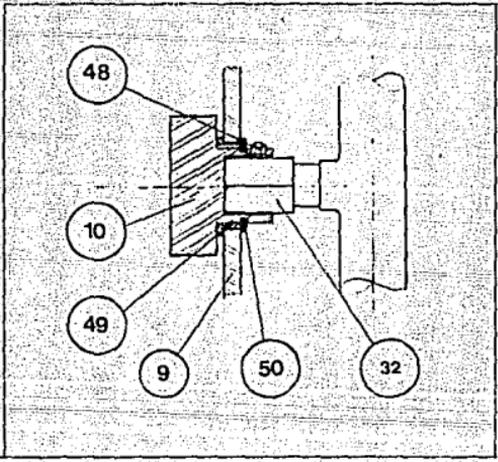
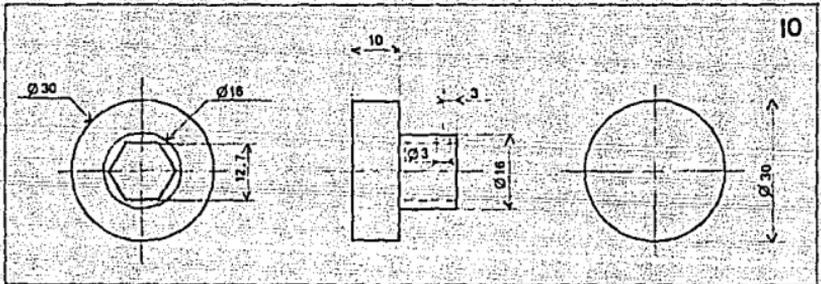
|         |                        |             |
|---------|------------------------|-------------|
| ESC 1/2 | EXTENSION PENDULO      | RODRIGUEZ G |
|         | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 8 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



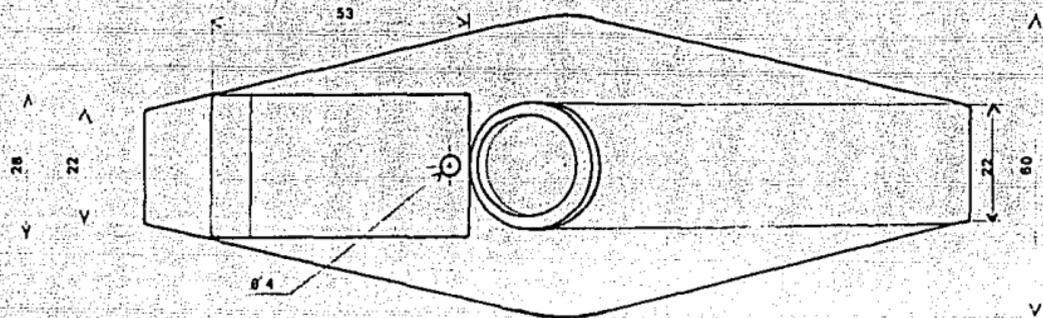
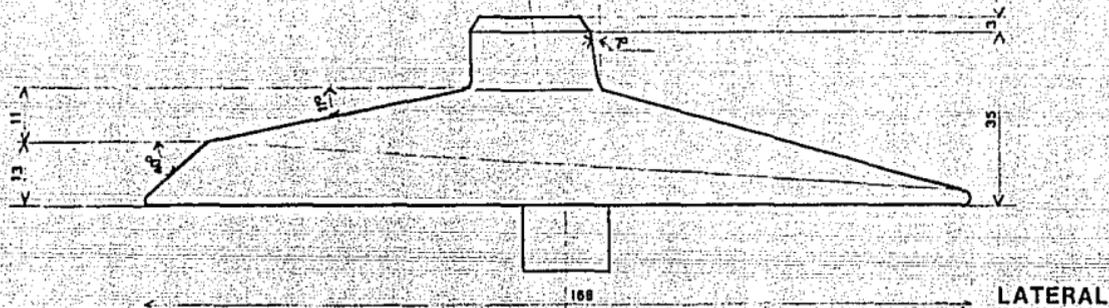
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1/2   | SUPERIOR PENDULO       | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 9   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



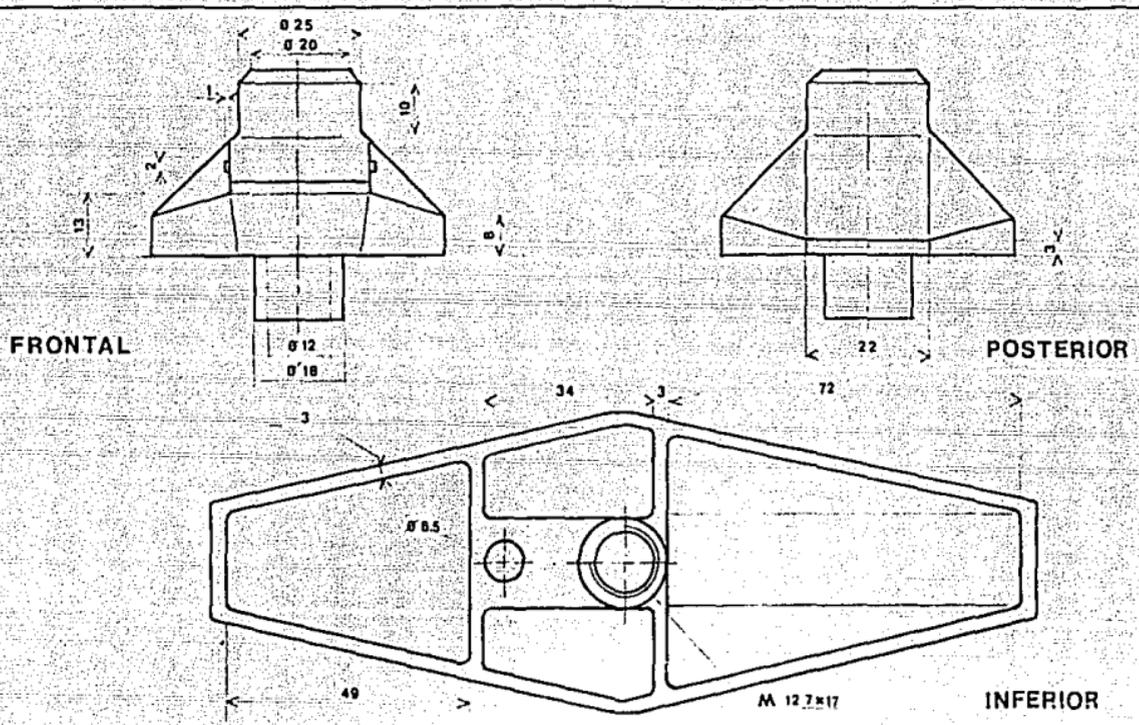
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1/2   | SUPERIOR PENDULO       | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 9   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



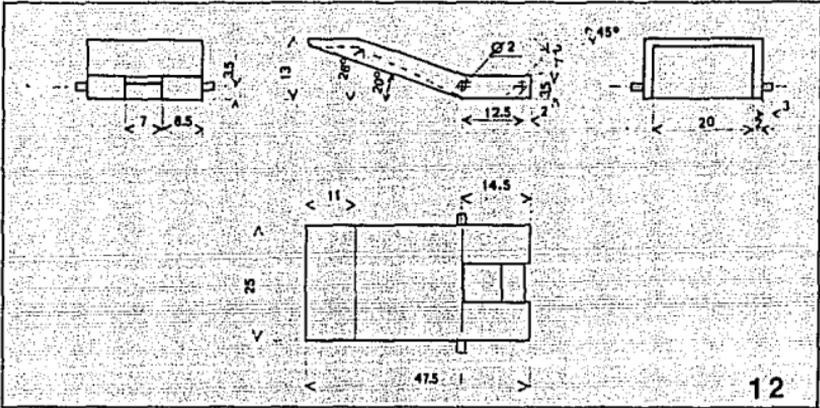
|          |                                   |             |
|----------|-----------------------------------|-------------|
| ESC 1/1  | PERILLA PRESION, DETALLE ENSAMBLE | RODRIGUEZ G |
|          | EJERCITADOR MULTIPLE              | ACOT mm     |
| PIEZA 10 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM            | PL no.      |



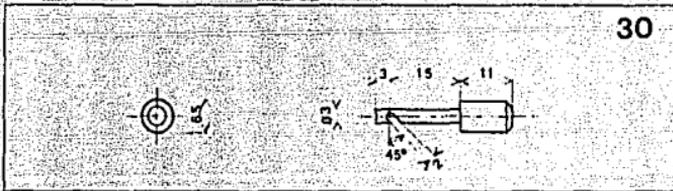
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1/1   | INFERIOR PENDULO       | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 11  | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



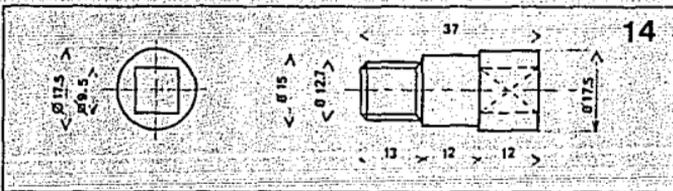
|          |                        |             |
|----------|------------------------|-------------|
| ESC 1/1  | INFERIOR PENDULO       | RODRIGUEZ G |
|          | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 11 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



12

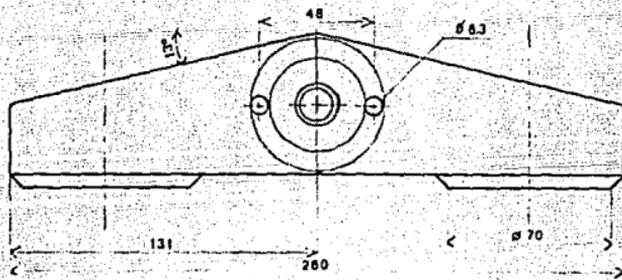
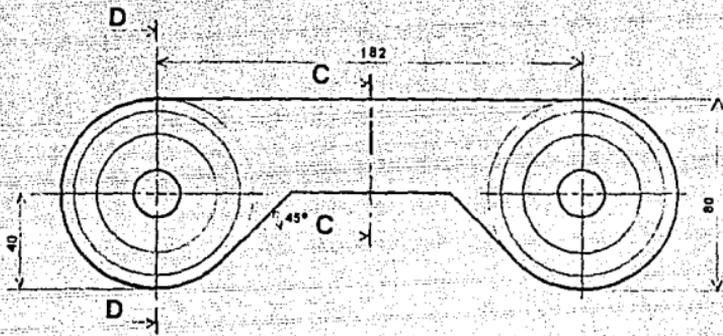


30



14

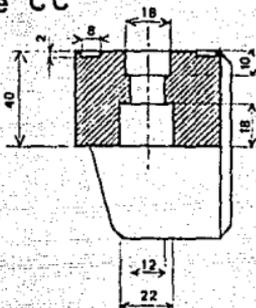
|       |     |                             |    |             |
|-------|-----|-----------------------------|----|-------------|
| ESC   | 1:1 | DESTRABADOR GIRO RODILLOS   | 12 | RODRIGUEZ G |
|       |     | EJE DE GIRO RODILLOS        | 30 |             |
|       |     | PERNO BLOQUEADOR PORTA ROD. | 14 |             |
|       |     | EJERCITADOR MULTIPLE        |    | ACOT mm     |
| PIEZA |     | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM      |    | P.L. no.    |



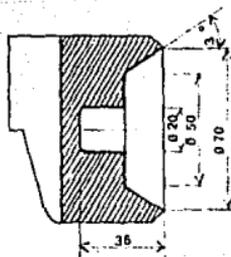
|          |                        |             |
|----------|------------------------|-------------|
| ESC. 1:2 | PORTA RODILLOS         | RODRIGUEZ G |
|          | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 13 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



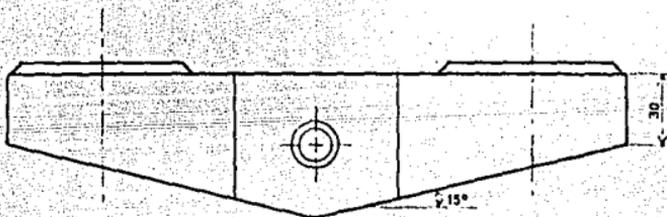
corte CC

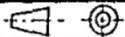


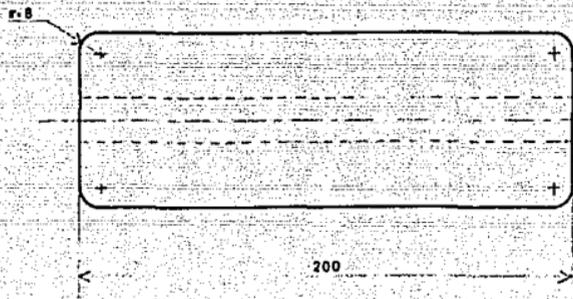
corte DD

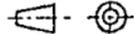


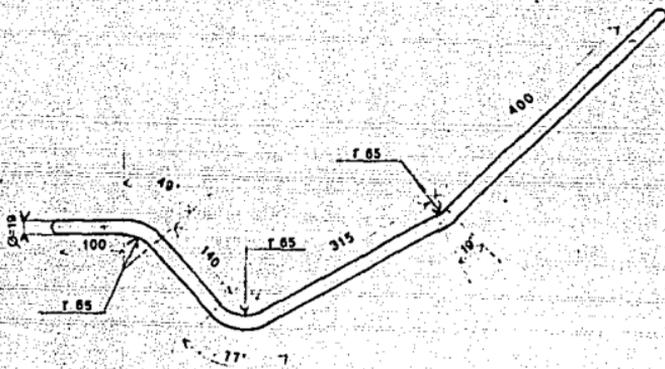
esc 1:2



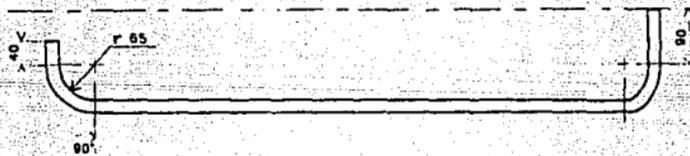
|   |                   |          |             |
|---|-------------------|----------|-------------|
| ESC 1:2   | PORTA RODILLOS    | CORTES   | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR       | MULTIPLE | ACOT mm     |
| PIEZA 13  | DISEÑO INDUSTRIAL | UNAM     | PL no.      |



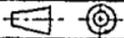
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1:2   | RODILLO                | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 16  | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

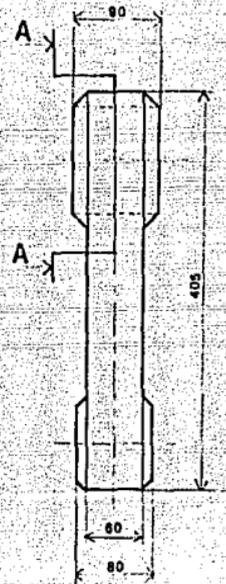
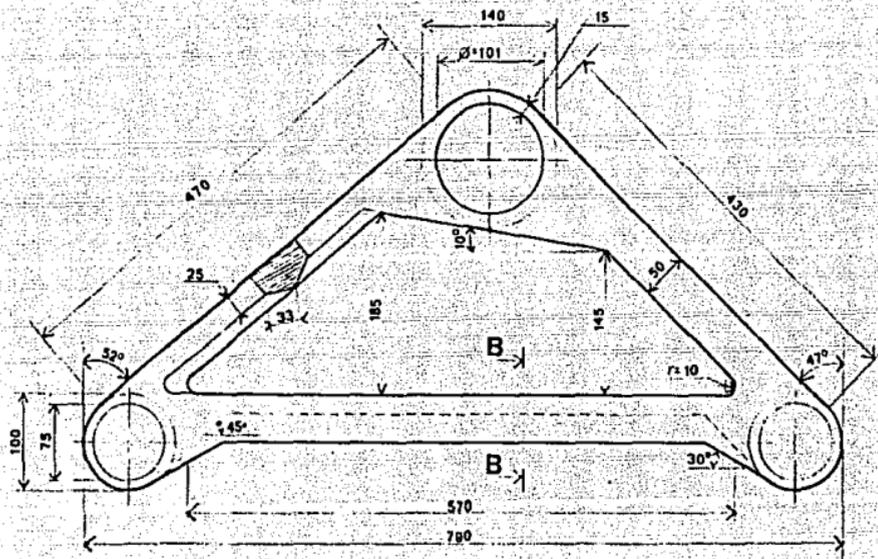


LATERAL



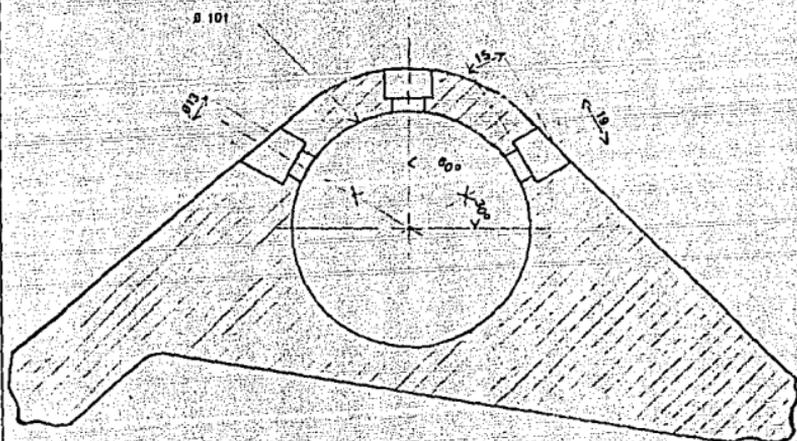
SUPERIOR

|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1/7.5   | TUBO ESTRUCTURAL       | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 17  | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

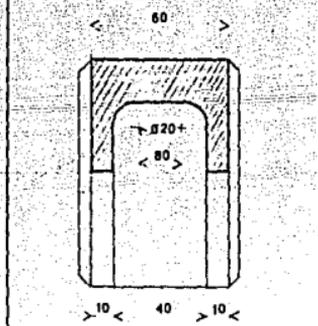


|          |                        |             |
|----------|------------------------|-------------|
| ESC 1:5  | BASE                   | RODRIGUEZ G |
|          | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 19 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

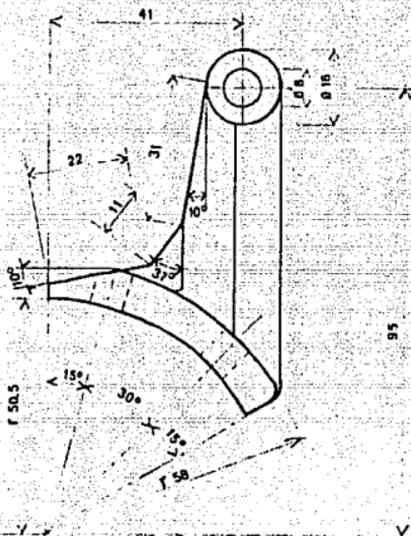
corte AA



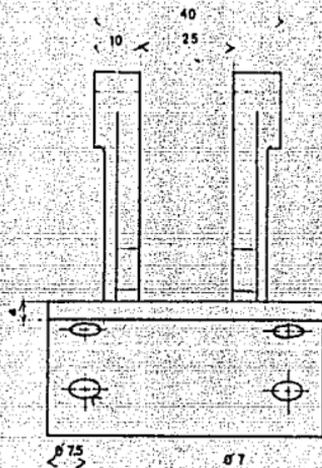
corte BB



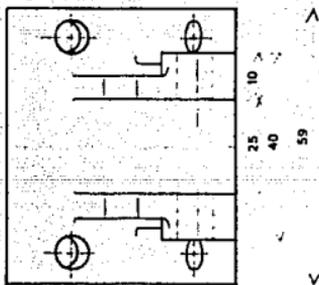
|          |                        |             |
|----------|------------------------|-------------|
| ESC 1/2  | CORTES BASE            | RODRIGUEZ G |
|          | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 19 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



LATERAL

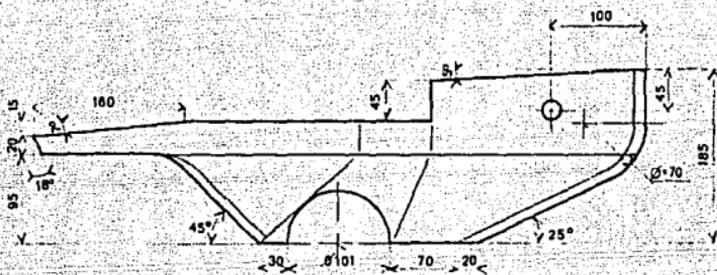


FRONTAL

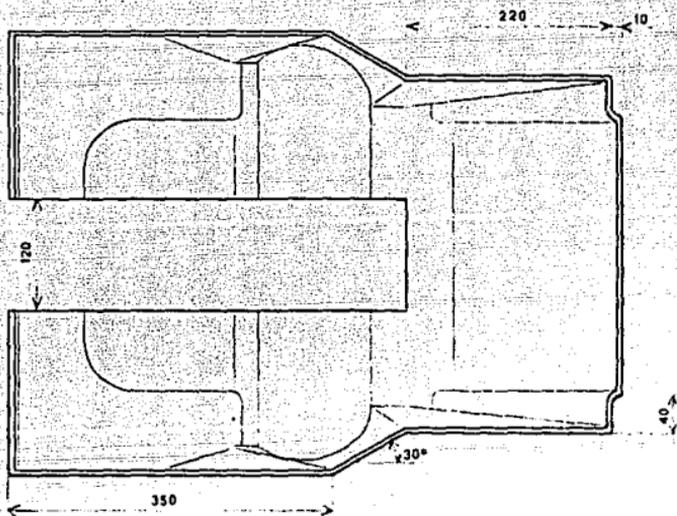


SUPERIOR

|  |                             |             |
|--|-----------------------------|-------------|
| ESC 1:1  | SOPORTE OSCILANTE POSTERIOR | RODRIGUEZ G |
|   | EJERCITADOR MULTIPLE        | ACOT mm     |
| PIEZA 20   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM      | PL no.      |

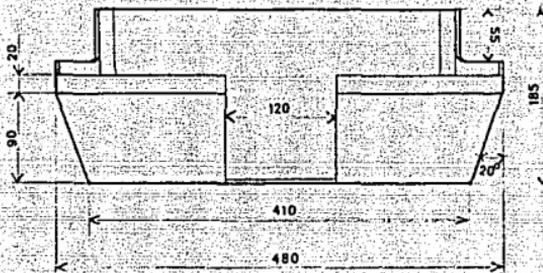


LATERAL

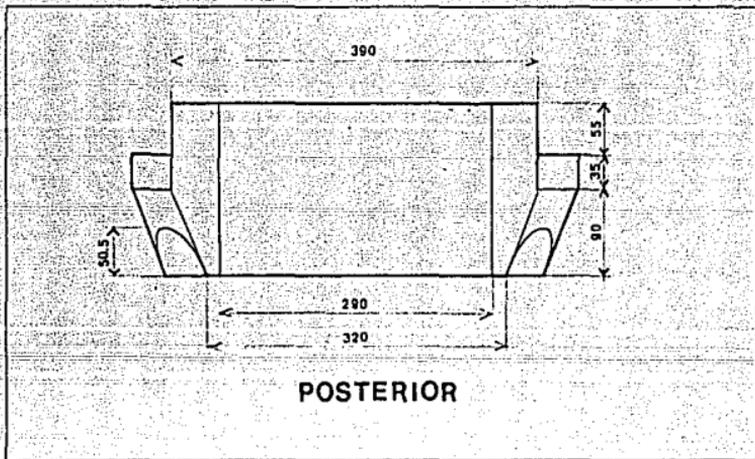


SUPERIOR

|          |                        |             |
|----------|------------------------|-------------|
| ESC 1:5  | CONCHA INFERIOR        | RODRIGUEZ G |
|          | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 21 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

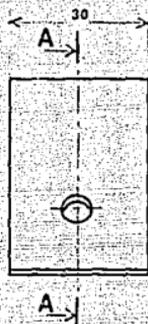


FRONTAL

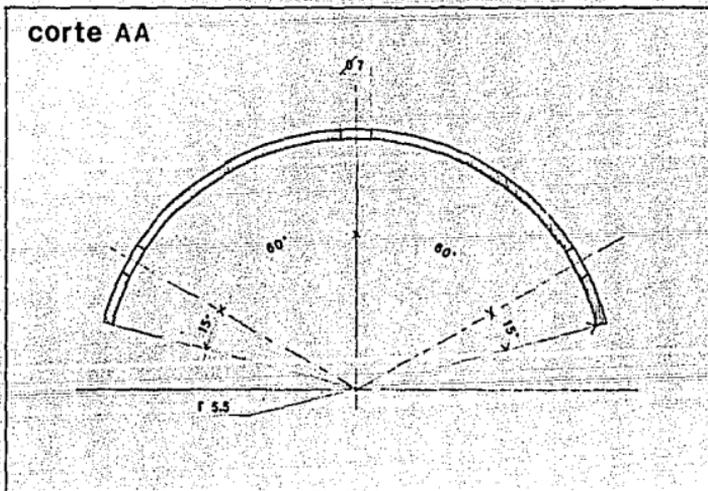


POSTERIOR

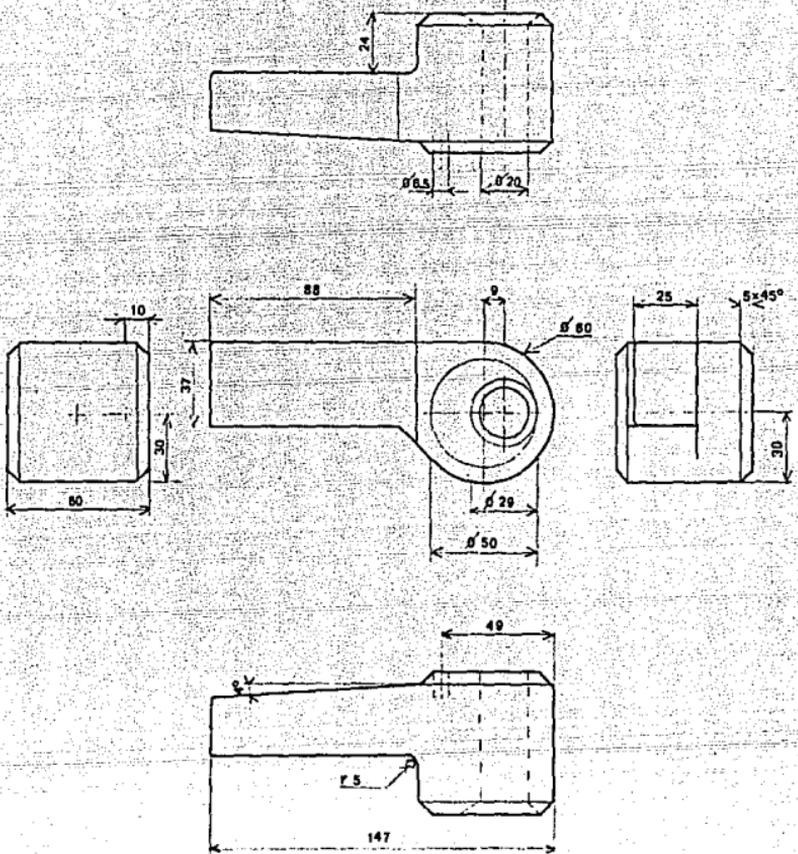
|          |                        |             |
|----------|------------------------|-------------|
| ESC 1:5  | CONCHA INFERIOR        | RODRIGUEZ G |
|          | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 21 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



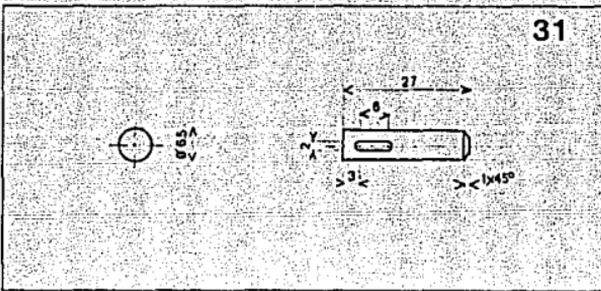
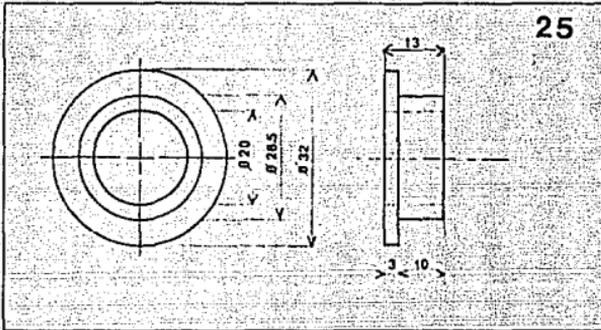
corte AA

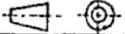


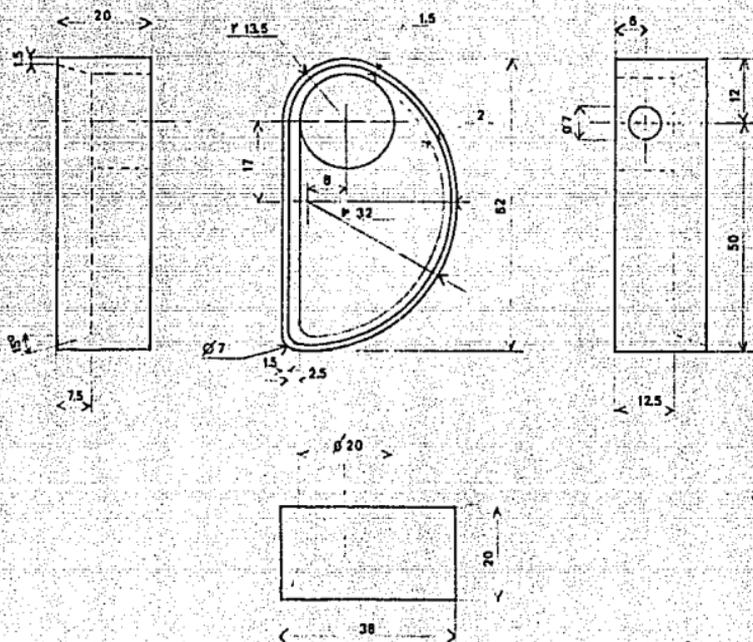
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1/1   | FIJACION CONCHA - TUBO | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 22  | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

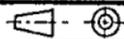


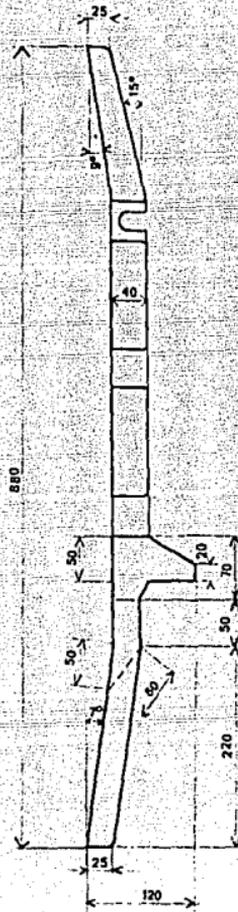
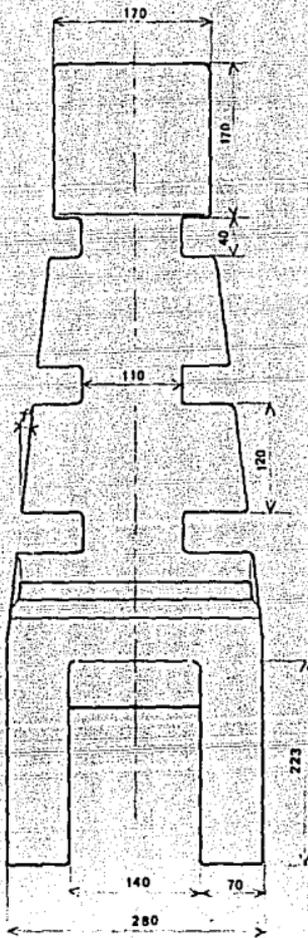
|          |                        |             |
|----------|------------------------|-------------|
| ESC 1/2  | PALANCA IZQUIERDA      | RODRIGUEZ G |
|          | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 23 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



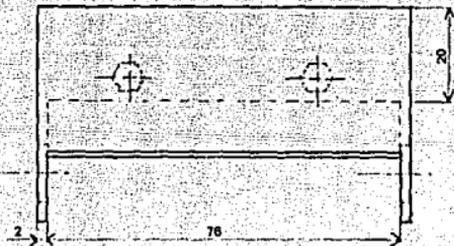
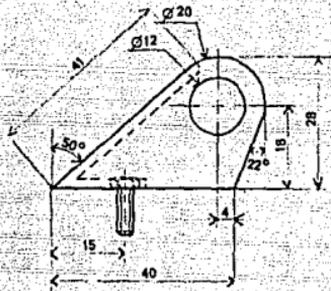
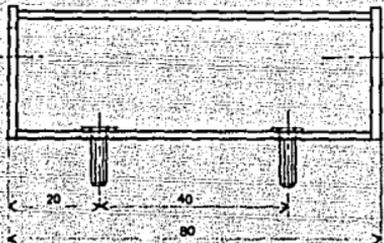
|   |   |             |
|---|---|-------------|
| ESC 1/1   | BUJE MECANICO, RESPALDO 25<br>PERNO POSICION, RESPALDO 31 | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE                                      | ACOT mm     |
| PIEZA   | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM                                    | PL no.      |



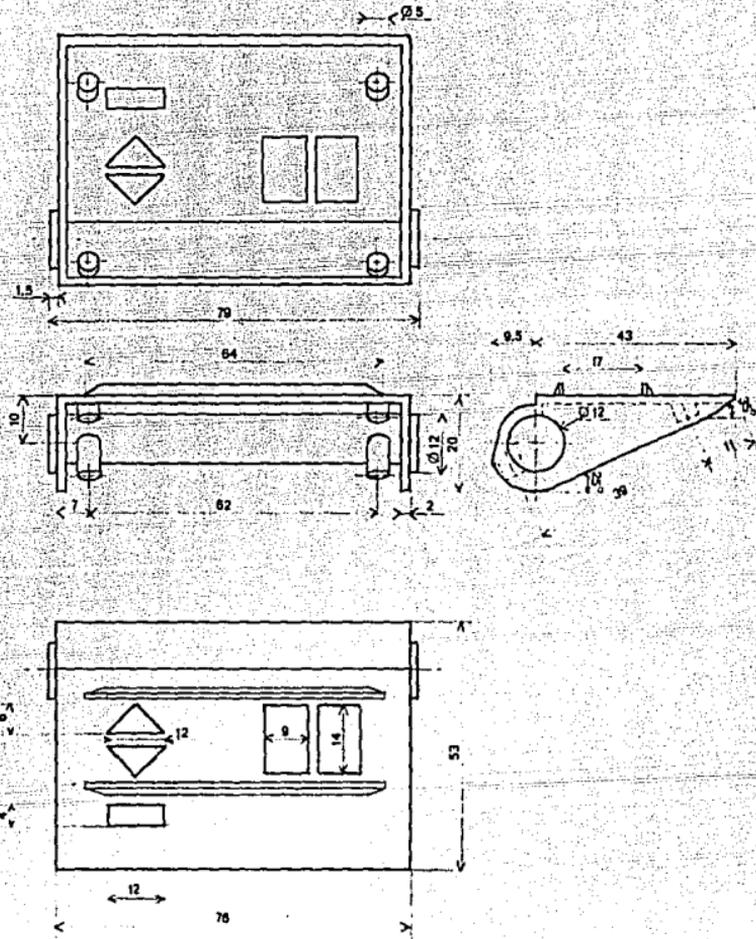
|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1/1   | BIELA RESPALDO         | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 26  | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |

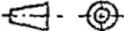


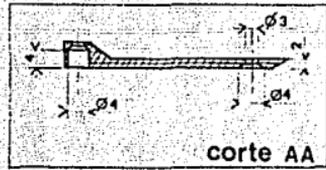
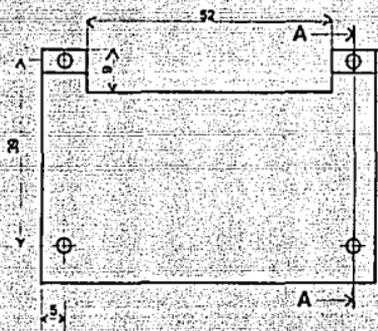
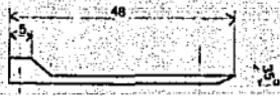
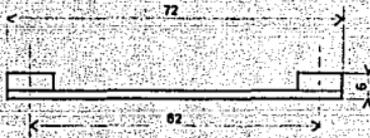
|          |                        |             |
|----------|------------------------|-------------|
| ESC 1:5  | CONCHA RESPALDO        | RODRIGUEZ G |
|          | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 27 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



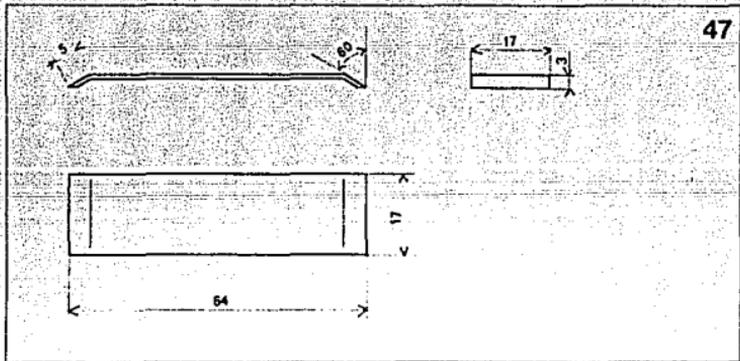
|          |                        |             |
|----------|------------------------|-------------|
| ESC 1:1  | BASE CONTADOR          | RODRIGUEZ G |
|          | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 45 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



|   |                        |             |
|---|------------------------|-------------|
| ESC 1/1   | PANTALLA CONTADOR      | RODRIGUEZ G |
|  | EJERCITADOR MULTIPLE   | ACOT mm     |
| PIEZA 46  | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM | PL no.      |



corte AA



47

|          |                             |             |
|----------|-----------------------------|-------------|
| ESC 1:1  | TAPA INF. CONT. VISOR CONT. | RODRIGUEZ G |
|          | EJERCITADOR MULTIPLE        | ACOT mm     |
| PIEZA 51 | DISEÑO INDUSTRIAL UNAM      | PL no.      |

| No. | CANT. | NOMBRE                    | MATERIAL                      | PROCESO   | ACABADO        |
|-----|-------|---------------------------|-------------------------------|---|----------------|
| 1   | 4     | ACOJINADO RESPALDO        | POLIURETANO 200Kg/m3          | MOLDEADO  | PIGMENTADO     |
| 2   | 4     | ACOJINADO ASIENTO         | POLIURETANO 200Kg/m3          | MOLDEADO  | PIGMENTADO     |
| 3   | 4     | PALANCA DERECHA           | ZINALCO                       | FUNDICION EN CASCARA DE CERAMICA, BARRENADO, RANURADO.        | PULIDO ESMALTE |
| 4   | 4     | DESTRABADOR RESPALDO      | ZINALCO                       | FUNDICION EN CASCARA DE CERAMICA                              | PULIDO ESMALTE |
| 5   | 4     | CARROCERIA SUPERIOR       | POLIESTER CON FIBRA DE VIDRIO | PRENSADO  | PIGMENTADO     |
| 6   | 4     | EJE PENDULO               | TUBO DE ACERO Ø19mm CAL 16    | CORTADO, CAREADO  | NATURAL        |
| 7   | 8     | BUJE EJE PENDULO          | NYLON 6 USO GRAL. Ø42mm       | CORTADO, TORNEADO, BARRENADO, PEGADO                          | NATURAL        |
| 8   | 4     | EXTENSION PENDULO         | TUBO DE ACERO Ø19mm CAL 16    | CORTADO, CAREADO SOLDADO, BARRENADO                           | CROMADO        |
| 9   | 4     | SUPERIOR PENDULO          | ZINALCO                       | FUNDICION EN ARENA  | ESMALTE        |
| 10  | 4     | PERILLA DE PRESION        | ZINALCO                       | FUNDICION EN CASCARA DE CERAMICA                              | PULIDO ESMALTE |
| 11  | 4     | INFERIOR PENDULO          | ZINALCO                       | FUNDICION EN CASCARA DE CERAMICA, RANURADO BARRENADO, ROSCADO | ESMALTE        |
| 12  | 4     | DESTRABADOR GIRO RODILLOS | ZINALCO                       | FUNDICION EN CASCARA DE CERAMICA                              | PULIDO ESMALTE |
| 13  | 4     | PORTA RODILLOS            | ZINALCO                       | FUNDICION EN ARENA BARRENADO                                  | ESMALTE        |

| No. | CANT. | NOMBRE                           | MATERIAL                            | PROCESO                                    | ACABADO        |
|-----|-------|----------------------------------|-------------------------------------|--|----------------|
| 14  | 4     | EJE DE GIRO RODILLOS             | BARRA DE ACERO ROLADO EN FRIO Ø17mm | CORTADO, TORNEADO, ROSCADO, BROCHADO       | NATURAL        |
| 15  | 8     | CENTRO DE RODILLO                | TUBO DE ACERO Ø19mm CAL 16          | CORTADO CAREADO                            | ESMALTE        |
| 16  | 8     | RODILLO                          | POLIURETANO 60kg/m3                 | MOLDEADO                                   | PIGMENTADO     |
| 17  | 4     | TUBO ESTRUCTURAL                 | TUBO DE ACERO Ø19mm CAL 14          | CORTADO DOBLADO SOLDADO                    | ESMALTE        |
| 18  | 1     | TUBO SOPORTE                     | TUBO DE ACERO Ø101mm CAL 16         | BARRENADO MACHUELEADO                      | ESMALTE        |
| 19  | 3     | BASE                             | ZINALCO                             | FUNDICION EN ARENA BARRENADO               | ESMALTE        |
| 20  | 4     | FIJACION OSCILANTE PARA CILINDRO | ZINALCO                             | FUNDICION EN ARENA BARRENADO PULIDO        | ESMALTE        |
| 21  | 4     | CONCHA INFERIOR                  | POLIESTER CON FIBRA DE VIDRIO       | PRENSADO BARRENADO                         | PIGMENTADO     |
| 22  | 8     | FIJACION CONCHA INF-TUBO         | LAM NEGRA Ca1. 16                   | ROLADO BARRENADO                           | NATURAL        |
| 23  | 4     | PALANCA IZQ.                     | ZINALCO                             | FUNDICION EN CASCARA DE CERAMICA BARRENADO | PULIDO ESMALTE |
| 24  | 4     | EJE MEC. RESPALDO                | TUBO DE ACERO Ø19mm CAL 16          | CORTADO CAREADO BARRENADO MACHUELEADO      | ESMALTE        |
| 25  | 8     | BUJE RESPALDO                    | NYLON 6 USO GENERAL Ø32mm           | CORTADO TORNEADO                           | NATURAL        |
| 26  | 8     | BIELA RESPALDO                   | ZINALCO                             | FUNDICION EN CASCARA DE CERAMICA           | PULIDO ESMALTE |

PIEZAS COMERCIALES

| No. | CANT. | DESCRIPCION  | PRECIO     |
|-----|-------|--|------------|
| 32  | 4     | CILINDRO HIDRAULICO GUSS & ROCH DE-57mm-350mm-MR CON SOPORTE OSCILANTE Y VALVULA ESTANDARD   | \$ 212,600 |
| 33  | 4     | BLOQUEO PARA ASIENTO BENOTTO 02IB055   | \$ 8,150   |
| 34  | 8     | TUERCA AUTOFRENABLE NYLSTOP M8   | \$ 1,200   |
| 35  | 4     | TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL DE 32mm M9 x 8mm  | \$ 183     |
| 36  | 4     | TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL DE 50mm M8 x 8mm  | \$ 220     |
| 37  | 4     | RESORTE CILINDRICO DE COMPRESION d=1 De7mm CINCO ESPIRALES, LONGITUD LIBRE 12mm  | \$ 525     |
| 38  | 4     | RESORTE CILINDRICO DE COMPRESION d=1 De7mm OCHO ESPIRALES, LONGITUD LIBRE 25mm   | \$ 632     |
| 39  | 9     | TORNILLOS PHILIPS DE CABEZA PLANA 30mm M12   | \$ 170     |
| 40  | 64    | TORNILLOS PHILIPS DE CABEZA PLANA 20mm M6  | \$ 150     |
| 41  | 48    | PIJAS PHILIPS DE CABEZA PLANA 20mm x 3.2mm   | \$ 59      |
| 42  | 80    | REMACHES POP DE 4.3mm x 8mm  | \$ 60      |
| 43  | 4     | UNIDAD CONTADORA DECIMAL<br>Dos pantallas de 7 segmentos<br>Dos LED con pantalla de flechas<br>Un multivibrador de un disparo<br>Un botón de regreso a ceros (reset)<br>Dos codificadores BCD de 7 segmentos | \$ 22,800  |
| 44  | 1     | FUENTE DE PODER DE 5 VOLTS 1 AMPER   | \$ 20,400  |
| 48  | 4     | OPRESOR ALLEN 3mm x 5mm  | 65         |
| 50  | 4     | CANDADO 10mm   | 37         |

| No. | CANT. | NOMBRE                          | MATERIAL                                 | PROCESO  | ACABADO    |
|-----|-------|---------------------------------|--|--|------------|
| 27  | 4     | CONCHA RESPALDO                 | POLIESTER CON FIBRA DE VIDRIO            | PRENSADO RANURADO                              | PIGMENTADO |
| 28  | 4     | EJE P/ACCIONADOR MEC.RESPALDO   | BARRA DE ACERO ROLADO ENFRIO $\phi$ 3mm  | CORTADO CAREADO ENSAMBLE A PRESION             | NATURAL    |
| 29  | 4     | PERNO-TOPE RESPALDO             | BARRA DE ACERO ROLADO EN FRIO $\phi$ 7mm | CORTADO CAREADO CHAFLANEADO ENSAMBLE A PRESION | NATURAL    |
| 30  | 4     | PERNO-BLOQUEADOR PORTA RODILLOS | BARRA DE ACERO ROLADO EN FRIO $\phi$ 7mm | CORTADO TORNEADO BARRENADO FRESADO             | NATURAL    |
| 31  | 4     | PERNO POSICION RESP.            | BARRA DE ACERO ROLADO EN FRIO $\phi$ 7mm | CORTADO CAREADO CHAFLANEADO FRESADO            | NATURAL    |
| 45  | 4     | BASE DEL CONTADOR               | RESINA DE POLIESTER                      | MOLDEADO                                       | PIGMENTADO |
| 46  | 4     | PANTALLA DEL CONTADOR           | RESINA DE POLIESTER                      | MOLDEADO                                       | PIGMENTADO |
| 47  | 4     | VISOR DEL CONTADOR              | ACRILICO                                 | DOBLADO  | NATURAL    |
| 49  | 4     | BUJE P/PERILLA DE PRESION       | NYLON 6 USO GENERAL                      | CORTADO TORNEADO                               | NATURAL    |
| 51  | 4     | TAPA INFERIOR DEL CONTADOR      | RESINA DE POLIESTER                      | MOLDEADO                                       | PIGMENTADO |

MOLDEO DE ESPUMA DE POLIURETANO

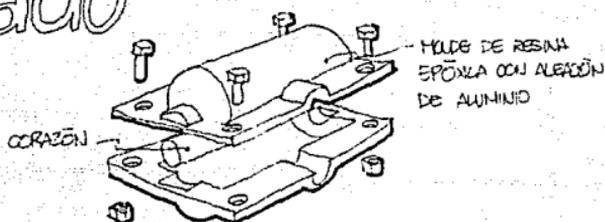
| No. | NOMBRE             | PESO EN Kg | COST. MATERIAL | COST. MANUFACTURA | MOLDE   | TOTAL 500 ejer, |
|-----|--------------------|------------|----------------|-------------------|---------|-----------------|
| 1   | ACOJINADO RESPALDO | 3.84       | 36,480         | 768,000           | 390,000 | 38,796          |
| 2   | ACOJINADO ASIENTO  | 2.43       | 23,085         | 768,000           | 292,000 | 25,206          |
| 16  | RODILLO            | 0.264      | 2,508          | 768,000           | 97,500  | 4,239           |

El moldeo de espuma de poliuretano se lleva a cabo en moldes de resina epóxica con aleación de aluminio, el costo del molde es de 65,000 el kilogramo ya fabricado.

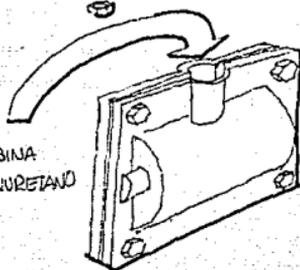
El costo del material es de 9,500 pesos el kilogramo, tanto para las piezas 1 y 2 (200Kg/m<sup>3</sup>) como para la pieza 16 (60Kg/m<sup>3</sup>).

Para la manufactura se tomó en cuenta que cada 15 minutos se termina el periodo de fabricación de cada pieza, pagando por hora 6,000 pesos.

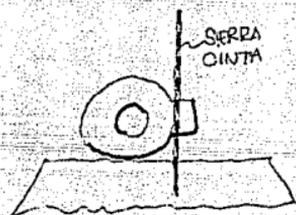
# vaciado



SE VIERTA LA RESINA  
PREPARADA DE POLIURETANO



A LOS 5 MINUTOS SE SACA  
LA PIEZA, SE CORTA EL  
SOBRANTE CON SIERRA CINTA  
Y SE ENSAMBLA



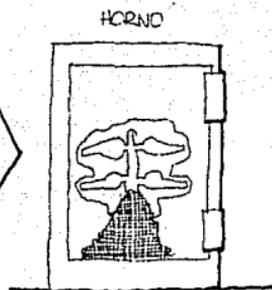
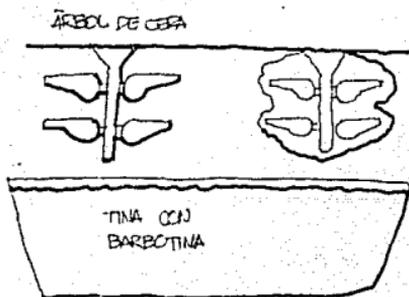
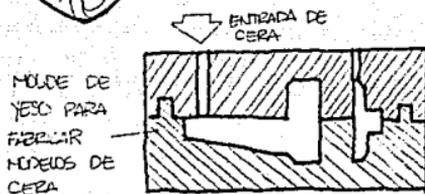
moldes de espuma de poliuretano

FUNDICION EN CASCARA DE CERAMICA

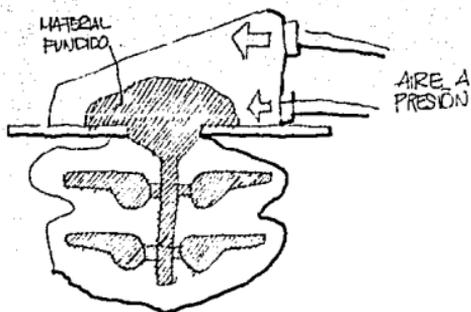
| No. | NOMBRE                       | PESO EN Kg | COSTO MATERIAL | COSTO MANUFACTURA | TOTAL |
|-----|------------------------------|------------|----------------|-------------------|-------|
| 3   | PALANCA DERECHA              | 0.730      | 3,507          | 3,220             | 6,727 |
| 4   | DESTRABADOR RESP.            | 0.02       | 94             | 2,700             | 2,794 |
| 10  | PERILLA DE PRESION           | 0.054      | 259            | 2,700             | 2,959 |
| 11  | INFERIOR PENDULO             | 0.232      | 1,113          | 3,200             | 4,313 |
| 23  | PALANCA IZQ.                 | 0.730      | 3,507          | 3,200             | 6,727 |
| 26  | BIELA RESPALDO               | 0.104      | 500            | 2,700             | 3,200 |
| 12  | DESTRABADOR GIRO<br>RODILLOS | 0.03       | 144            | 2,700             | 2,844 |

NOTA: Por tratarse de una producción baja:  
500 piezas, se fabricará un molde de yeso  
cada 100 piezas, el costo está incluido  
en la manufactura.

# fundir

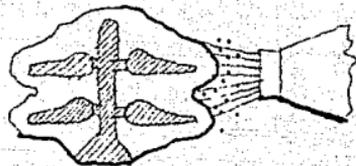


SE CALIENTA EL MOLDE PARA SACAR LA CERA Y PREPARARLA PARA EL COLADO

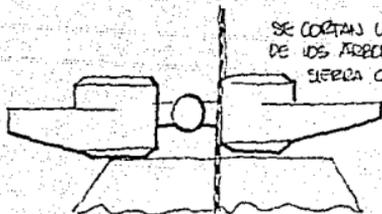


## fundición en cáscara de cerámica

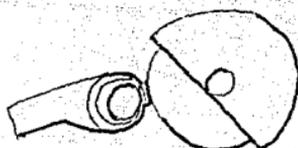
# rebabeear



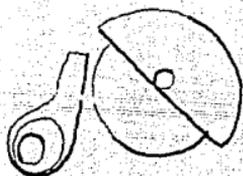
SE ROMPE EL MOLDE  
CON UNO DE ARENA



SE CORTAN LAS PIEZAS  
DE LOS ASPECTOS CON  
SIERRA CINTA



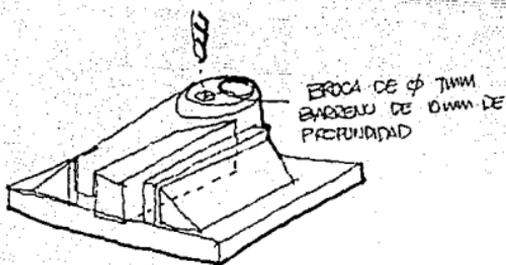
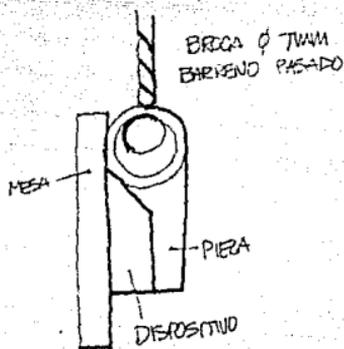
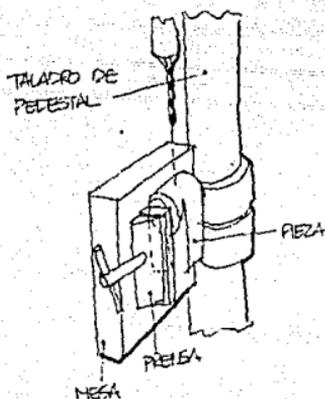
CON UN ESMERIL SE  
REMUEVEN LOS EXCEDENTES



PUEDO DE  
PIEZAS

## fundición en cáscara de cerámica

# maquinar

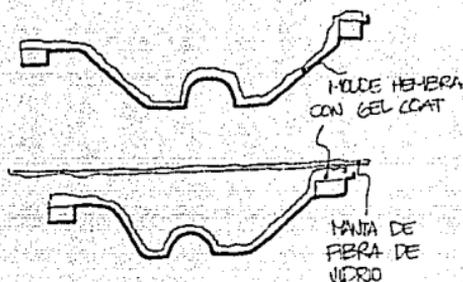


fundición en cáscara de cerámica

POLIESTER CON FIBRA DE VIDRIO

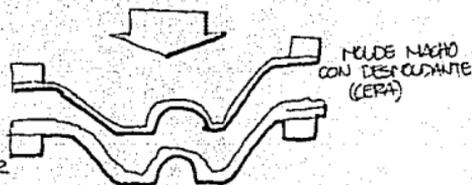
| No. | NOMBRE              | MATERIAL    | COST.MATERIAL | MOLDE   | TOTAL  |
|-----|---------------------|-------------|---------------|---------|--------|
| 5   | CARROCERIA SUPERIOR | GEL COAT    |               |         |        |
|     |                     | 1Kg         | 5,000         |         |        |
|     |                     | RESINA      |               |         |        |
|     |                     | 3Kg         | 9,200         |         |        |
|     |                     | CATALIZADOR |               |         |        |
|     |                     | 0.011t      | 750           |         |        |
| 21  | CONCHA INFERIOR     | FIBRA       |               |         |        |
|     |                     | 1.5Kg       | 14,838        |         |        |
|     |                     | MONOMERO    |               |         |        |
|     |                     | 0.11t       | 350           | 800,000 | 31,738 |
|     |                     | GEL COAT    |               |         |        |
|     |                     | 1Kg         | 5,000         |         |        |
| 21  | CONCHA INFERIOR     | RESINA      |               |         |        |
|     |                     | 3Kg         | 9,200         |         |        |
|     |                     | CATALIZADOR |               |         |        |
|     |                     | 0.011t      | 750           |         |        |
|     |                     | FIBRA       |               |         |        |
|     |                     | 1.5Kg       | 14,838        |         |        |
| 27  | CONCHA RESPALDO     | MONOMERO    |               |         |        |
|     |                     | 0.11t       | 350           | 800,000 | 31,738 |
|     |                     | GEL COAT    |               |         |        |
|     |                     | 0.8Kg       | 4,000         |         |        |
|     |                     | RESINA      |               |         |        |
|     |                     | 2.5Kg       | 7,800         |         |        |
| 27  | CONCHA RESPALDO     | CATALIZADOR |               |         |        |
|     |                     | 0.0081t     | 600           |         |        |
|     |                     | FIBRA       |               |         |        |
|     |                     | 1.2Kg       | 11,400        |         |        |
|     |                     | MONOMERO    |               |         |        |
|     |                     | 0.081t      | 300           | 650,000 | 25,400 |

1  
aplicar

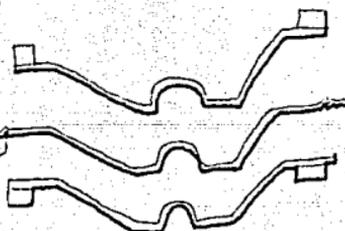


2  
preisar

BAJA EL  
MOLDE MACHO  
INMEDIATAMENTE  
DESPUES DE COLOCAR  
LA RESINA SOBRE  
LA MANA DE FIBRA  
DE VIDRIO

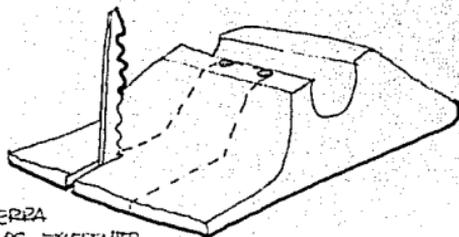


SE SEPARAN LAS DOS  
PARTES DEL MOLDE  
Y SE SACA LA PIEZA



3  
recortar

SE UTILIZA UNA SIERRA  
CINTA PARA RECORTAR LOS EXCEDENTES



poliester reforzado con fibra de vidrio

FUNDICION EN ARENA

| No. | NOMBRE                              | PESO EN Kg | COST.MAT. | COST.MANUFACTURA | MODELO  | TOTAL  |
|-----|-------------------------------------|------------|-----------|------------------|---------|--------|
| 9   | SUPERIOR PENDULO                    | 1.670Kg    | 8,016     | 2,000            | 530,000 | 11,076 |
| 13  | PORTA-RODILLOS                      | 0.93Kg     | 4,510     | 2,000            | 330,000 | 7,170  |
| 19  | BASE                                | 6.525Kg    | 31,320    | 4,300            | 675,000 | 37,420 |
| 20  | FIJACION OSCILANTE<br>PARA CILINDRO | 0.0783Kg   | 376       | 1,200            | 132,000 | 1,840  |

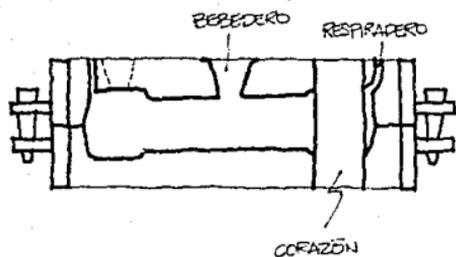
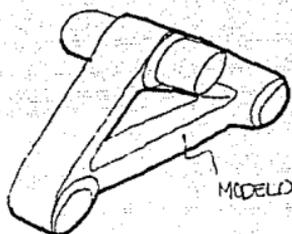
Nota: En el costo de manufactura se incluye el armado de la caja.  
El costo del modelo se amortiza entre el número de piezas  
necesarias para producir 125 ejercitadores múltiples.

MATERIALES DE PRESENTACION ESTANDARIZADA  
A TRANSFORMAR

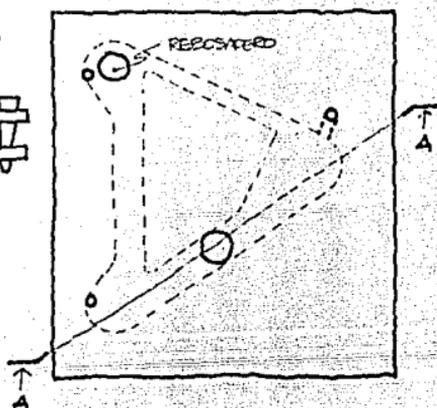
| No. | NOMBRE                  | MATERIAL           | COSTO | COST.MANUFACTURA | DISPOSITIVO        | TOTAL  |
|-----|-------------------------|--------------------|-------|------------------|--------------------|--------|
| 6   | EJE PENDULO             | TUBO Ø19mmx0.12m   | 163   | 300              | -----              | 483    |
| 7   | BUJE EJE PEND.          | NYLON Ø42mm        | 645   | 600              | -----              | 1,245  |
| 8   | EXT. PENDULO            | TUBO Ø 19mmx0.192m | 294   | 300              | -----              | 594    |
| 14  | EJE DE GIRO<br>RODILLOS | BARRA #17mmx0.040m | 472   | 3,100            | -----              | 3,572  |
| 15  | CENTRO RODILLO          | TUBO Ø19mmx0.220m  | 336   | 300              | -----              | 636    |
| 17  | TUBO ESTRUCTURAL        | TUBO Ø19mmx2.90m   | 4,437 | 10,000           | ESCANTILLON 20,000 | 14,597 |

| No. | NOMBRE                             | MATERIAL             | COSTO  | COST MANUFACTURA | DISPOSITIVO        | TOTAL  |
|-----|------------------------------------|----------------------|--------|------------------|--------------------|--------|
| 18  | TUBO-SOPORTE                       | TUBO Ø101mmx3.00m    | 31,050 | 5,700            | ESCANTILLON 63,000 | 37,254 |
| 22  | FIJACION CONCHA<br>INF-TUBO        | LAM.150mmx30mm Ca116 | 100    | 350              | -----              | 450    |
| 24  | EJE MEC.RESPALDO                   | TUBO Ø19mmx0.510m    | 780    | 350              | -----              | 1,130  |
| 25  | BUJE RESPALDO                      | NYLON Ø32mmx0.015m   | 375    | 520              | -----              | 895    |
| 28  | EJE P/ACCIONADOR<br>MEC.RESPALDO   | BARRA Ø3mmx0.026m    | 39     | 100              | -----              | 139    |
| 29  | PERNO TUPE RESPALDO                | BARRA Ø7mmx0.025m    | 58     | 100              | -----              | 158    |
| 30  | PERNE BLOQUEADOR<br>PORTA RODILLOS | BARRA Ø7mmx0.030m    | 69     | 150              | -----              | 219    |
| 31  | PERNO POSICION<br>RESPALDO         | BARRA Ø7mmx0.027m    | 62     | 230              | -----              | 292    |

# fundir

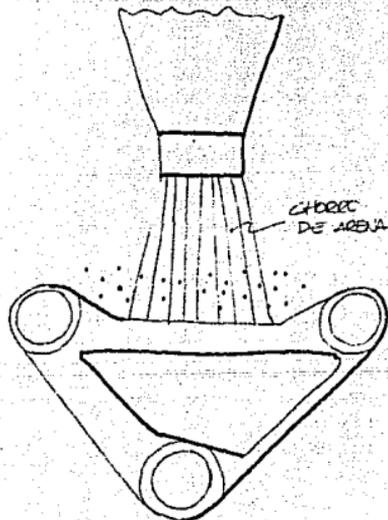
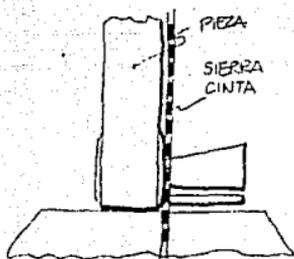
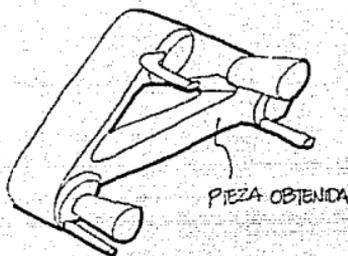


CORTE A-A



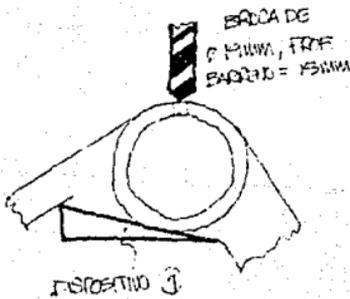
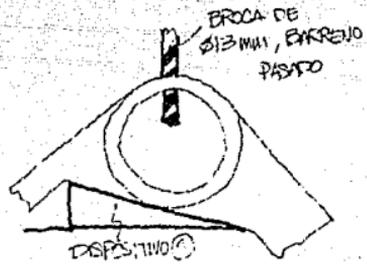
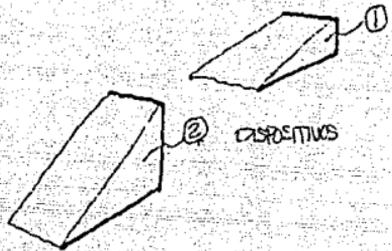
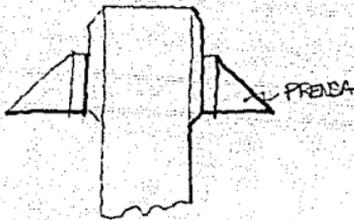
## fundición en arena

# rebaldear



# fundición en arena

# maquinar



fundición en arena

**SUMA DE COSTOS**

|  |                    |
|--|--------------------|
| PIEZAS COMERCIALES                       | 128'650,250        |
| FUNDICION EN CASCARA DE CERAMICA         | 14'747,000         |
| ESPUMA DE POLIURETANO                    | 34'120,500         |
| FIBRA DE VIDRIO                          | 44'438,000         |
| FUNDICION EN ARENA                       | 24'075,500         |
| MATERIALES DE PRESENTACION ESTANDARIZADA | 18'474,750         |
| <b>TOTAL</b>                             | <b>264'430,250</b> |

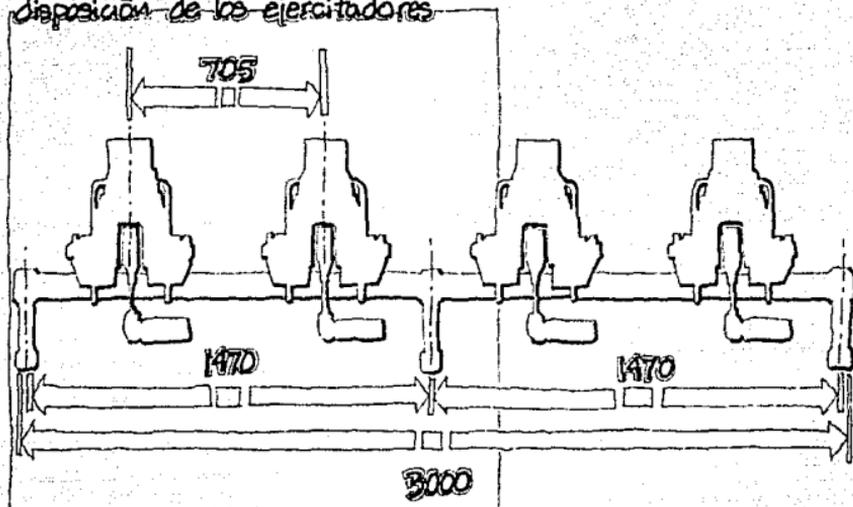
Este total dividido entre 125 ejercitadores para cuatro personas es igual a:

**2'115,442**

### **Descripción del producto.**

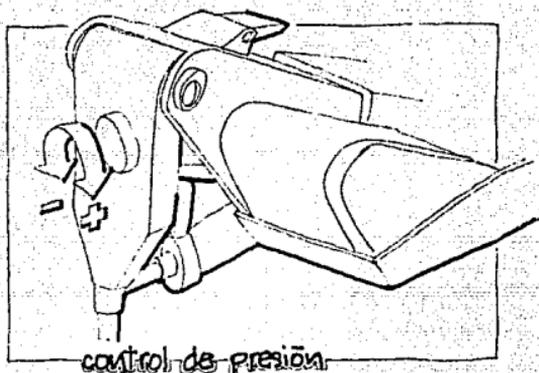
La multiplicidad de este aparato se resuelve diseñando uno individual que se monta en número de cuatro sobre un soporte tubular redondo de 101 mm de diámetro y éste en tres bases fabricadas en fundición en arena. Algunas de las ventajas por las que se fabrica uno pequeño individual y no uno grande para las cuatro personas son las siguientes: Se consigue independencia entre los usuarios, se repiten un mayor número de veces las piezas, logrando amortizar más rápidamente los moldes y es posible ofrecerlo a particulares que deseen tenerlo en su casa.

### disposición de los ejercitadores



El aparato quedará exento del manejo de pesos gracias al uso de un cilindro hidráulico, al que se le puede ajustar la presión mediante el giro de una perilla, tiene una capacidad de resistencia de 0 a 50 Kg., más que suficiente, pues se considera que un cuádriceps es atlético si logra levantar 30 Kg.

El cilindro hidráulico ofrece una resistencia constante durante todo el trayecto del ejercicio, no importando su longitud; pues la resistencia es medida en función del diámetro interior del cilindro (57.15 mm), no de la carrera de

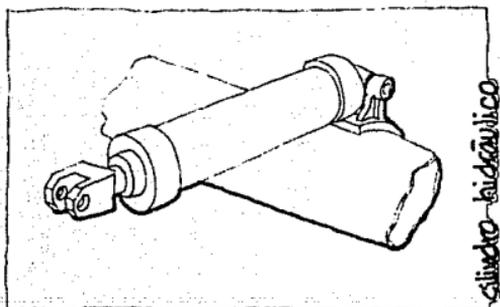


control de presión

este. Supera a resortes y pesas para su fácil ajuste, poco desgaste y propiedades mecánicas en general.

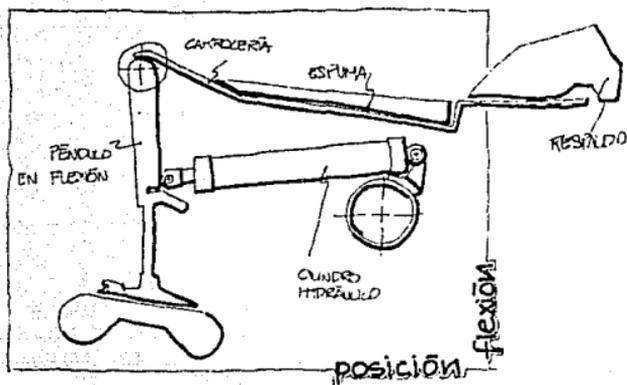
Para conseguir una resistencia menor al regreso del vástago, se añaden válvulas al émbolo que dejan pasar el fluido en ésta dirección.

Se sujeta en la parte posterior con una pieza-apoyo oscilante atornillada al tubo soporte, al frente se sujeta al péndulo con otra pieza oscilante que proporciona el mismo fabricante del cilindro.

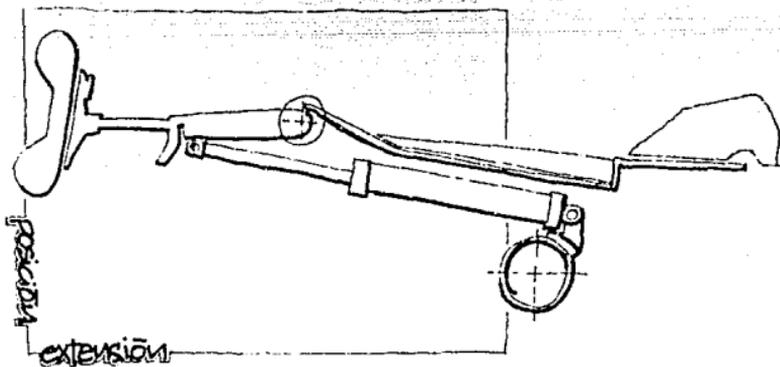


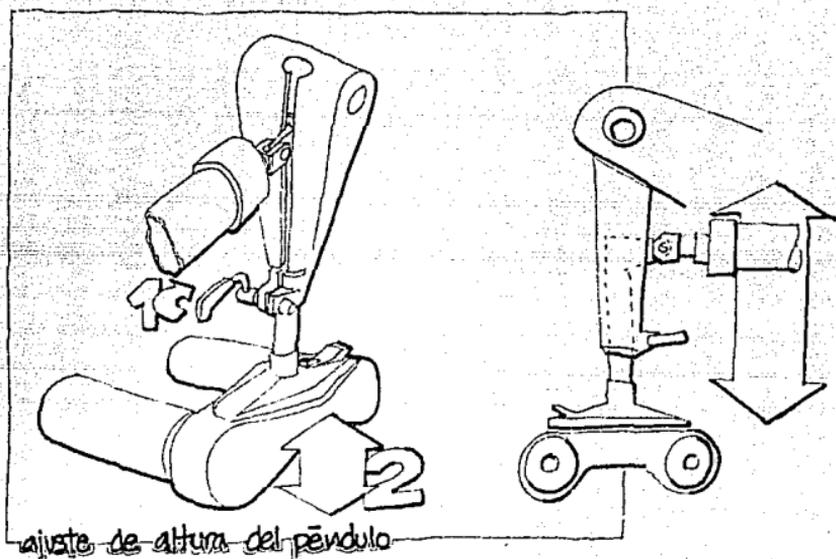
cilindro hidráulico

El ejercitador consta de tres conchas fabricadas en fibra de vidrio, la inferior se atornilla al tubo-soporte y tiene un hueco en el centro para permitirle movimiento al cilindro; la superior a ésta tiene varias funciones: carrocería del cilindro, asiento, puentes de liberación para las rodillas, soporte del péndulo y pantalla de un contador electrónico de repeticiones; y la tercera es de respaldo, que tiene una lámina ahogada en la parte superior para facilitar el ensamble con la espuma; se sostiene abajo con el mecanismo de ajuste y con el asiento y arriba por un tubo estructural que sirve a todo el aparato, éste tubo está remachado a la concha inferior y soldado al tubo-soporte.



El péndulo es una parte del ejercitador que se mueve paralelo a la pierna, el eje de giro de las dos (rodilla y péndulo) es concéntrico. Está formado por la parte fija - con bujes de nylon a la carrocería, un tubo interior longitudinal, el cual jala al cilindro y es posible moverlo según la altura del tobillo del usuario, de esta manera se mantiene la misma palanca y se utiliza una misma escala en el aumento y disminución de presión del cilindro.

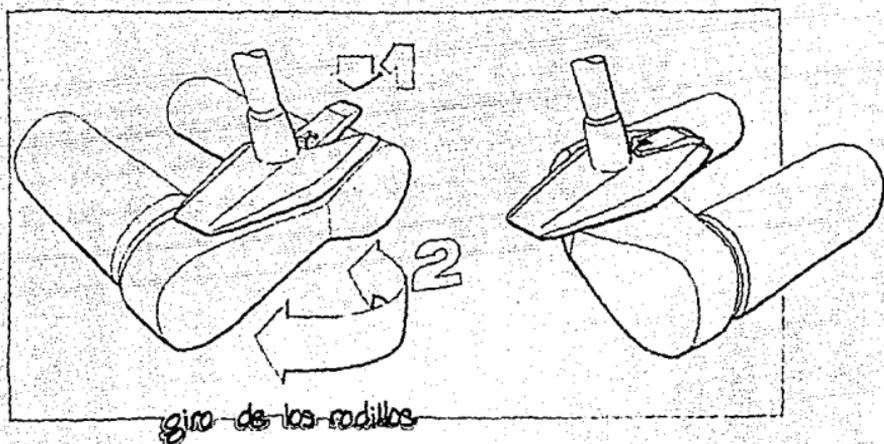




ajuste de altura del péndulo

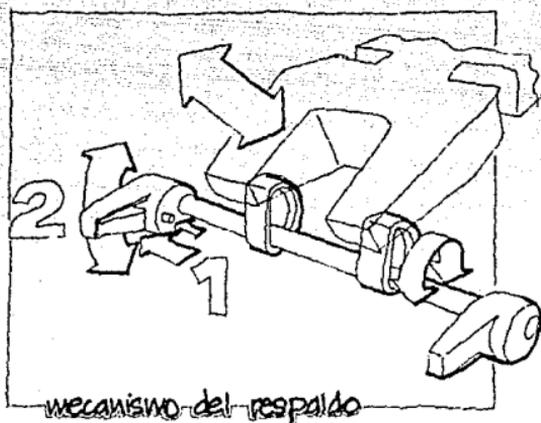
Este tubo, en su parte inferior, tiene una pieza con un mecanismo que destraba a otra que porta un par de rodillos de espuma, pudiendo girar a  $180^\circ$ , según la pierna que se quiera ejercitar.

Para el respaldo, el asiento y los rodillos del péndulo, se utiliza espuma moldeada de  $200 \text{ Kg/m}^3$  para asiento y respaldo, y de  $60 \text{ Kg/m}^3$  para los rodillos. Al respaldo se le ahogan láminas en los extremos; en el superior,



para meter como cajón en la concha, e inferiores, para fijar con pijas a la misma. El asiento tiene láminas ahogadas en la parte posterior para fijar a la carrocería con pijas, y en la parte frontal se pega con cinta adhesiva doble.

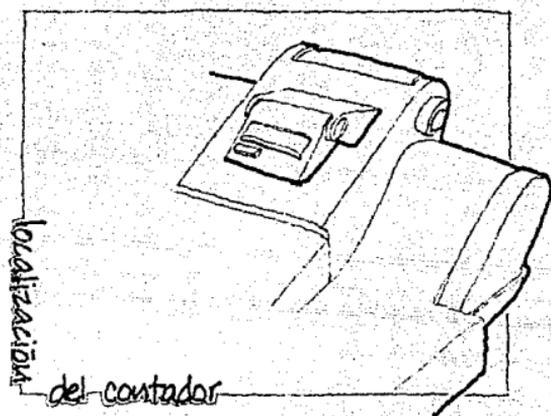
Para el ajuste del respaldo, es necesario un mecanismo. Se decidió utilizar un excéntrico que se acciona con dos palancas ubicadas en los laterales del asiento; en la palanca derecha hay un



mecanismo del respaldo

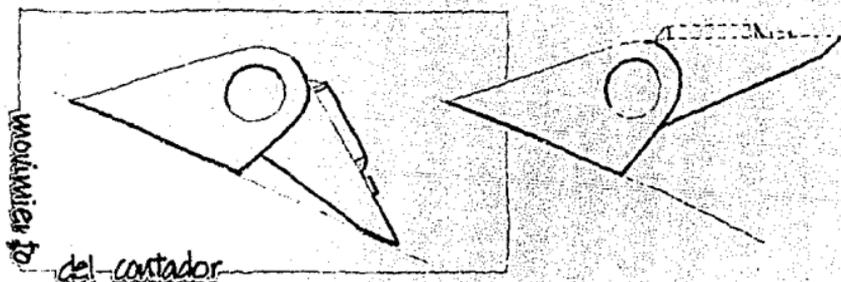
sistema que destraba para ajustar a cualquiera de las cinco posiciones, en la izquierda, un perno que se mueve a lo largo de una ranura sobre la concha inferior y funciona como tope.

Un contador de repeticiones ayuda a llevar el control de mejoría en la recuperación de los pacientes, cuenta las repeticiones bien hechas e indica el cambio en el movimiento extensión-flexión, es electrónico, y tiene un botón de regreso a ceros.



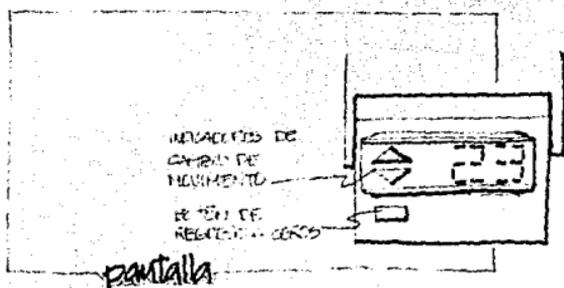
localización

del contador



movimiento

del contador



pantalla

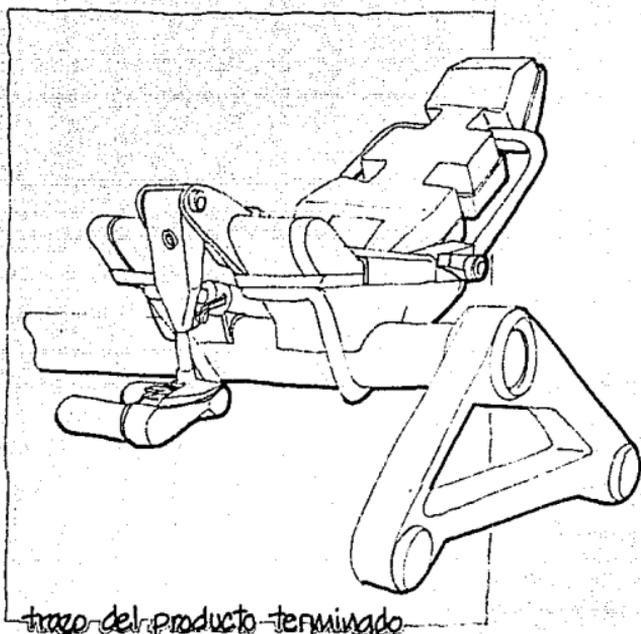
## ESTETICA

La forma obedece a los procesos de fabricación, los materiales y al concepto de diseño, el cual es resultado de la respuesta a la necesidad y a las carencias de la mesa de Elding, tras un análisis para integrar los accesorios y hacer una buena simplificación de mecanismos. También intervienen los requerimientos ergonómicos y es importante la adaptación de elementos ajustables para lograr el mejor funcionamiento.

Al colocar los accionadores de los mecanismos a la vista, se logra una rápida identificación de éstos, además tienen color y textura contrastantes a los de las piezas portantes.

El tubo estructural es un elemento de integración entre el asiento y el respaldo, -no trato de ocultar los elementos estructurales al contrario, ayudan a crear interés en la figura y en la forma espacial-. La base fue diseñada partiendo de la figura resultante del asiento; este forma un triángulo con una de las aristas hacia abajo, por la que pasa el tubo-soporte, este tubo soporte se tomó como ángulo superior de otro triángulo (base) pero invertido.

La forma del asiento es en su totalidad debida a la función y a la localización, en el cuerpo humano, de los puntos necesarios para la realización del ejercicio. El respaldo también responde a estas condiciones y semeja una columna vertebral.



Los espumados son de textura lisa para facilitar el movimiento de las personas sobre el ejercitador y por razones de higiene, son de color negro, para crear contraste con las piezas que tienen contacto, estas son de color gris con textura media. El color en las piezas restantes, tubo-estructural, tubo-soporte y palancas de mecanismos, es azul y de textura lisa.

tercera parte

conclusiones

## PRODUCCION

Para el ejercitador se combinan varios procesos de fabricación; desde el moldeo de espumas hasta el uso de materiales de presentación estandarizada, pasando por fundición en arena y en cáscara de cerámica y el prensado de resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio.

Al analizar y describir el ideal o perfil del producto, se presentaron opciones que fueron evolucionando hasta reducir al máximo el número de piezas dándoles varias funciones la vez. Un ejemplo de esto, es la carrocería superior (pieza no. 5), que tiene integradas las siguientes funciones: asiento, puentes de liberación, soporte del péndulo y pantalla e instalación del contador.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Para definir la cantidad a producir, me basé en la siguiente tabla de gimnasios de rehabilitación que operan en el Distrito Federal y en el interior de la República Mexicana.

---

|                | D.F       | INTERIOR  | TOTAL      |
|----------------|-----------|-----------|------------|
| IMSS           | 7         | 13        | 20         |
| ISSSTE         | 6         | 10        | 16         |
| CRUZ ROJA Mex. | 5         | 10        | 15         |
| DIF            | 3         | 5         | 8          |
| SS             | 10        | 20        | 30         |
| PEMEX          | 2         | 3         | 5          |
| DDF            | 3         | 0         | 3          |
| PRIVADOS       | 10        | 5         | 15         |
| <b>TOTALES</b> | <b>46</b> | <b>66</b> | <b>112</b> |

---

Se producirán 125 ejercitadores para 4 personas cada uno, tomando en cuenta que se instalará por lo menos uno en cada gimnasio de rehabilitación. Tendremos un sobrante de 13 para vender a la gente que desee tenerlo en su casa.

Todas las piezas se mandarán maquilar a las siguientes empresas, las cuales proporcionaron presupuestos al mes de Marzo de 1990.

Fundición en cáscara de cerámica:

HITCHINER DE MEXICO, S.A. de C.V.

Moldeo de espuma de poliuretano:

HYSOL, S.A. de C.V.

Poliéster reforzado con fibra de vidrio:

FORMA DE MEXICO S.A. DE C.V.

Fundición en arena,

FABAR, S.A. de C.V.

Doblez y corte de tubo:

MANUFACTURAS METALICAS ALME, S.A. de C.V.

Maquinados:

ATFT, S.A. de C.V.

Para el ensamble se montará un taller que armará 25 ejercitadores completos mensualmente, se necesitarán; equipo, mobiliario y empleados.

La venta de este equipo será a través de vendedores o representantes que visitarán los gimnasios en el D.F. así como los del interior. Se imprimirán folletos en los que se describe el funcionamiento y ventajas sobre el único ejercitador que se utiliza en estos gimnasios para el cuádriceps: La Mesa de Elding, (que aparece en el catálogo "Preston, equipment for care and rehabilitation 1980/81" de los equipos para los próximos 10 años).

Enseguida presento una estimación y cálculo  
de costos para la venta del nuevo producto.

| GASTOS FIJOS<br>GASTOS DE VENTA | XMES      | TOTAL      |
|---------------------------------|-----------|------------|
| publicidad                      | 500,000   |            |
| viaticos                        | 200,000   | 700,000    |
| SUELDOS                         |           |            |
| 1 Director                      | 2'500,000 |            |
| 1 Secretaria                    | 800,000   |            |
| 1 Contador                      | 1'200,000 |            |
| 3 Representantes                | 2'400,000 |            |
| 2 Ensambladores                 | 1'400,000 | 8'300,000  |
| OTROS GASTOS FIJOS              |           |            |
| renta del local                 | 1'000,000 |            |
| luz                             | 50,000    |            |
| agua                            | 10,000    |            |
| teléfono                        | 300,000   |            |
| mantenimiento                   | 100,000   |            |
| otros                           | 100,000   | 1'560,000  |
| TOTAL                           |           | 10'560,000 |

**CAPITAL DE LA EMPRESA****Capital fijo del taller de ensamble**

|  |                   |
|--|-------------------|
| mobiliario   | 8'500,000         |
| equipo de trabajo                                  | 850,000           |
| depósito de protección<br>(Un mes de gastos fijos) | 10'560,000        |
| <b>T O T A L</b>                                   | <b>19'910,000</b> |
| moldes   | 4'839,500         |

**CAPITAL VARIABLE**

|  |            |
|--|------------|
| costo de materiales<br>para producir 25 unidades | 48'046,550 |
|--|------------|

**CAPITAL INICIAL** 72,796,050

|                  |           |
|------------------|-----------|
| costo por unidad | 2'911,842 |
|------------------|-----------|

|   |           |
|---|-----------|
| costo de moldes y<br>escantillones por unidad | 38,716    |
| costo bruto                                   | 2'115,442 |

|  |            |
|--|------------|
| costo de materiales para<br>producir 25 unidades<br>incluyendo moldes y<br>escantillones | 52'886,050 |
|--|------------|

|  |            |
|--|------------|
| + gastos fijos mensuales                                   | 10'560,000 |
| + amortización de inver-<br>sión de mobiliario y<br>equipo | 318,560    |

**T O T A L** 63'764,610

|  |           |
|--|-----------|
| costo total unitario<br>de fabricación | 2'550,585 |
| + 40% de utilidad                      | 3'570,818 |
| + 60% = precio                         | 4'080,939 |
| + 15% IVA precio público               | 4'693,077 |

## CONCLUSIONES

En el campo de la ortopedia, en lo que se refiere a aparatos de rehabilitación, el Diseñador Industrial tiene un gran campo de acción, es realmente deprimente entrar a uno de estos centros y ver a la gente en su terapia de recuperación, trabajando sobre esos aparatos que más parecen para torturar que para rehabilitar. Es necesario cambiar en su totalidad la apariencia visual de estos gimnasios; cuando un paciente tiene que asistir a uno, está dañado física y mentalmente, y si es sometido a un lugar ausente de todo tipo de motivaciones, caerá en un estado de depresión que no le ayudará en lo más mínimo a su recuperación física.

El Diseñador Industrial puede aportar una gran parte con la proposición de conceptos y el desarrollo de aparatos que colaboren estética, funcional y ergonómicamente en la operabilidad -en todos sentidos- de los centros de rehabilitación.

Los aparatos tradicionales en general, son de diseño y fabricación estadounidense de los años cincuenta, así que seguimos consumiendo objetos obsoletos y caros. Por esta razón existen pocos centros de rehabilitación en la República Mexicana. Con el agravante de que la demanda aumenta porque transfieren a la gente al centro más cercano a su localidad para su recuperación.

Con la producción nacional y la multiplicidad de los ejercitadores, se

conseguirá una descentralización aumentando la capacidad en los centros de rehabilitación y atendiendo adecuadamente la demanda en los mismos.

Comparado con el existente, se lograron muchas ventajas que enumeraré en seguida:

- En un espacio de 3.00m x 0.94m x 1.33m es posible que trabajen 4 personas. En la mesa de Elding sólo se ejercitaba una en un espacio de 3.00m x 2.00m x 0.70m.

- En una jornada de 8 horas, 48 personas habrán hecho uso satisfactoriamente, contra 12.

- El costo es muy bajo: 4'693,077 con 4 ejercitadores contra alrededor de 8 millones más el envío y para una persona a la vez.

- Tiene todos los accesorios integrados, no es necesario colocarlos al paciente, ni al aparato.
- No hay pesos que manejar.
- Todos los mecanismos son de fácil ajuste sin riesgo de sufrir accidentes.
- No hay piezas mecánicas expuestas.
- Tiene además la posibilidad de ejercitar los tendones posteriores de la rodilla.
- Está provisto de un contador de repeticiones para llevar el control de mejoría del paciente.
- Su apariencia visual es mucho más agradable.
- Es de producción nacional.
- Se puede vender individualmente para usarse en la casa.

La instalación de Ejercitadores Múltiples para Músculo Cuadriceps en hospitales además, tiene la cualidad de modificar algunos puntos las actividades y estado mental de la gente. Por ejemplo, al integrar al aparato todos los accesorios necesarios, pueden iniciar su terapia los pacientes sin la necesidad de esperar a que llegue el personal que guarda estos accesorios para no perderlos, la responsabilidad del personal ahora es menor; no tiene que estar pendiente de estos accesorios, pues en caso de pérdida, éste los tiene que reponer. Se puede organizar a los grupos por horarios, así no habrá que hacer esperar a los pacientes, éstos no se desesperan, asisten constantemente y logran su recuperación total en el tiempo considerado como suficiente, esto es, en un mes y medio.

Quizá sea más fácil para las instituciones importar los aparatos que invertir en diseño y producción nacionales, pero afortunadamente, el personal, sobre todo médicos que están en contacto directo con los problemas, están conscientes y tienen ideas y proposiciones para mejorar en lo necesario el funcionamiento de los centros rehabilitantes.

## BIBLIOGRAFIA

DIMENSIONES HUMANAS EN LOS ESPACIOS  
INTERIORES  
Julius Panero  
Ed. Gustavo Gili, España.

DISEÑO INDUSTRIAL  
Bernd Löbach  
Ed. Gustavo Gili, España.

INGENIERIA DE MANUFACTURA  
U. Sharer, J.A. Rico, J. Cruz,  
L. Solares, R. Moreno.  
Compañía editorial Continental, S.A. de C.V.  
México.

GUIDE DU DESSINATEUR INDUSTRIEL  
A. Chevalier  
Hachette Brodard Et Taupin  
Francia.

PRESTON, EQUIPMENT FOR CARE HEALT AND  
REHABILITATION  
1980/81 Catalog  
Preston Corporation  
EE.UU.

Folleto LA BERNE MANUFACTURING COMPANY  
Columbia EE.UU.

Folleto CROUZET AUTOMATISMES  
VERINS PNEUMATIQUES  
Francia