



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Tesis Profesional

# Caja para Fotografía Submarina

Presenta

**HERMES DANIEL RODRIGUEZ LOPEZ**

F. A. diseño industrial 1987

2ej  
6



## **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.



**Diseño Industrial**



**3**

Facultad de Arquitectura/Unidad Académica de Diseño Industrial/

Exámenes Profesionales

COORDINACION DE LA ADMINISTRACION  
ESCOLAR  
U.N.A.M.

**CERTIFICADO DE  
APROBACION  
PARA IMPRESION  
(ORIGINAL Y COPIA)**

EL DIRECTOR DE TESIS Y LOS TRES ASESORES QUE SÚSCRIBEN; DESPUES DE REVISAR LA TESIS DEL ALUMNO

NOMBRE DEL ALUMNO No. CUENTA  
*RODRIGUEZ LOPEZ HERMES DANIEL* *7638745-8*

NOMBRE DE LA TESIS  
*CAJA PARA FOTOGRAFIA SUBMARINA*

CONSIDERAN QUE EL NIVEL DE COMPLEJIDAD Y DE CALIDAD DE LA TESIS EN CUESTION, CUMPLE CON LOS REQUISITOS DE ESTA UNIDAD ACADEMICA, POR LO QUE SE AUTORIZA SU IMPRESION PARA PRESENTAR EXAMEN PROFESIONAL. ESTE OFICIO DEBE INCLUIRSE COMO TERCERA PAGINA EN LAS TESIS IMPRESAS.

ATTE.  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

NOMBRE	FIRMA	FECHA
PRESIDENTE <i>DR. ANTONIO DE LA CERTUCHA</i>	<i>[Signature]</i>	<i>10/VI/87</i>
VOCAL <i>ING. ULRICH SCHAEFER</i>	<i>[Signature]</i>	<i>11.VI.87</i>
SECRETARIO <i>D.I. CARLOS DANIEL SOTO CUELLAR</i>	<i>[Signature]</i>	<i>7 Sept 87</i>
SUPLENTE <i>D.I. Luis Helguera M.</i>	<i>[Signature]</i>	<i>23-VII-87</i>

## I N D I C E

### I. INTRODUCCION.

- El Diseño Industrial
- El Diseñador Industrial
- La Actividad

### II. DETECCION DE LA NECESIDAD

- El Problema
- Convenio SEP - UNAM
- Por qué una caja?

### III. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

### IV. FACTORES CONDICIONANTES DEL PROYECTO

- Factores de Producción
- Factores de Función
- Factores Ergonómicos
- Factores Estéticos

### V. PRODUCTOS SIMILARES

- Cámaras Submarinas
- Estuches para Cámaras SLR
- Luz Artificial

### VI. UBICACION Y ALCANCES DEL PROYECTO

### VII. PERFIL DEL PRODUCTO

### VIII. OBJETIVOS

### IX. DATOS TECNICOS

### X. DESCRIPCION DEL PROYECTO (BITACORA)

XI. MEMORIA DESCRIPTIVA

- Funcionamiento
- Capacidad
- Formales
- Ergonomia
- Procesos y materiales
- Estética

XII. ERGONOMIA

XIII. MATERIALES, PROCESOS Y COSTOS

- Selección de materiales
- Procesos de Producción y Costos
- Estructura Técnica
- Costo de Prototipo

XIV. DISEÑO

- Planos

XV. CONCLUSIONES

XVI. APENDICE

- Materiales
- Procesos
- Tabla
- Glosario

XVII. BIBLIOGRAFIA

## INTRODUCCION

### El Diseño Industrial

Desde el principio de nuestra historia, la especie humana registra la creación de objetos como un proceso sistemático mediante el cual el hombre procuró satisfacer diversas necesidades en relación con su habitat y su modus vivendi.

Este proceso de producción de objetos ha experimentado, entonces, una amplia gama de fases de desarrollo en su evolución histórica.

Se trata de un desarrollo que tuvo que comenzar desde un nivel necesariamente precario, de sobrevivencia, y que poco a poco fue evolucionando a través de otro proceso de esencial importancia en la existencia humana: el de la división del trabajo.

Durante muchos siglos la producción de objetos se mantuvo en una escala inevitablemente rudimentaria. Esto era lógico, pues, en las primeras épocas de desarrollo de la escala humana todo estaba prácticamente por hacerse: el lenguaje, los clanes, las tribus, los mitos, las primitivas comunidades. La indefensión del hombre ante las fuerzas naturales era enorme, y su capacidad pensante apenas comenzaba a manifestarse.

La interacción natural, obligada, con un medio hostil y desconocido, propició una progresiva acumulación de conocimientos que, al organizarse incipientemente, permitieron a aquellas primitivas comunidades iniciar una producción ya no rudimentaria, sino artesanal.

Esto representaba naturalmente, un salto enorme en la evolución histórica, puesto que los objetos siempre han significado objetiva o subjetivamente, una segunda naturaleza para el hombre.

Con el transcurso de otros siglos, luego del formidable periodo creador del Renacimiento, con el advenimiento de la máquina, con la cual se daría otro gran salto cuantitativo y cualitativo en el proceso de

fabricación de objetos en general. Es con la Revolución Industrial, sin embargo, que el diseñador industrial como actividad comienza a cobrar una presencia lógica, y necesaria justificada en el ámbito de la Ciencia y la tecnología.

Con la introducción de la máquina en la sociedad, aparece una nueva división del trabajo y nuevas corrientes filisóficas. Esto produce una organización laboral diferente, reflejada en el aumento de la producción y en una gran explotación de la mano de obra disponible.

Junto a ello, y gracias al desarrollo de la máquina de vapor se incrementa la demanda de mercancías en general, y de objetos en particular. Desde entonces, el mundo ha visto el surgimiento, auge y decaimiento de las tecnologías, métodos y diseños de objetos diversos.

En el ámbito industrial-social, además los objetos siempre han estado revestidos de connotaciones políticas, ideológicas y culturales, dado su evidente potencial comunicador como signos o como símbolos, entre el hombre y la sociedad.

En nuestros días, el diseño industrial es la actividad que desarrolla objetos para la satisfacción de las diferentes necesidades de una sociedad, como comunidad que será distinta de un país a otro, debido a factores culturales, económicos, geográficos, políticos, sociales y tecnológicos, mismos que influyen y circunscriben condiciones específicas del diseño industrial.

El diseño industrial es una profesión que debe ser sustentada por una actitud eminentemente social, y que debe, también coadyudar eficazmente al desarrollo integral del país, participando en particular en la sustitución de Productos/Modelos impuestos del exterior.

Es por ello que en México esta actividad debe estar enfocada a la solución de problemas acordes con su estructura industrial que, como sabemos es un país

en vías de desarrollo.

#### El Diseñador Industrial.

Es un profesionalista enfrentado a una tarea crecientemente compleja y estimulante: la de planear y desarrollar parcial o totalmente objetos destinados a producirse en serie, tarea en la que se ve normalmente condicionada por la evolución histórica de las necesidades y deseos propios de la comunidad a la que sirve (contexto sociohistórico), por los avances científicos y tecnológicos logrados a la fecha (contexto científico-tecnológico), por la organización específica a través de la cual presta sus servicios profesionales (contexto socioeconómico), y por el desarrollo estético de las diversas corrientes de pensamiento socialmente vigentes (contexto sociocultural).

El Diseñador Industrial es el especialista que desde un punto de vista metodológico, basa su trabajo en el cabal conocimiento y aplicación del Proceso Fundamental de diseño en general: aquel que partiendo siempre de necesidades humanas reales, sean éstas objetivas o subjetivas, va sucesivamente de la Formulación de problemas, al Desarrollo de ideas, a la Evolución de éstas mediante modelos y análisis, a la Experimentación de tales modelos, hasta la Descripción final del diseño y su funcionalidad/morfología y con informes adecuados, atendiendo estrechamente, además, a la retroalimentación continua que tiene lugar en cada una de las fases de este proceso. Ese proceso fundamental del diseño es, por su propia naturaleza, de carácter cíclico y abierto a la adescuación y perfeccionamiento continuos.

El diseñador industrial tiene que ser, tanto, un profesionalista que combine, teórica y prácticamente, habilidad técnica con talento creativo, conciencia social con profesionalismo de vanguardia, conocimientos con imaginación, Objetos útiles y bellos,

objetos industrial y comercialmente viables, deberán ser, entonces, el producto de su trabajo.

Con todo, no obstante que el diseñador industrial es, por derecho propio forjador de una cultura a través de los objetos, su participación activa en la industria actual aún deja mucho que desear.

En México, el diseñador industrial no ha participado de una manera plena dentro de la industria. Esto se debe a un insuficiente reconocimiento social de la profesión, a la falta de desarrollo y unificación de los mismos diseñadores para una participación más activa en la sociedad de lo que involucra el proceso de diseño, al desconocimiento y a la costumbre de copiar diseños de productos extranjeros, sin mayor aportación técnica o creativa. En consecuencia, los productos nacionales son desplazados por la introducción de patrones tecnológicos extranjeros, originando una realidad ajena a nuestro país y encareciendo en la mayoría de los casos la producción de los mismos, ya que tales patrones tecnológicos corresponden a un poder adquisitivo más alto que el existente en México. Es por esto que el diseño industrial debe proponer soluciones acordes a la economía del país, evitándose así la dependencia tecnológica.

#### La Actividad

La participación del diseñador industrial dentro de la industria comprende las más variadas áreas en los organismos gubernamentales y privados. La asignación de este profesional es múltiple. El se involucra en la solución de problemas relacionados con la vivienda, salud, alimentación, educación, industria, servicios y otros, aplicando sus conocimientos a factores socioeconómicos, humanos y tecnológicos para:

- Establecer mejoras y replanteamientos de los productos.

- Determinación de la calidad y función de los mismos.
- Conocimiento de las necesidades de los consumidores y de la empresa.
- Aprovechamiento de los recursos naturales y humanos disponibles.
- Utilización de maquinaria y procesos adecuados al producto. Todo con la finalidad de ofrecer al usuario un objeto de utilidad y no sólo de consumismo.

### DETECCION DE LA NECESIDAD

#### El Problema.

Uno de los principales problemas que afectan a México es el de la alimentación, donde su estructura productiva depende directamente del desarrollo económico del país. La estructura productiva del sistema alimentario mexicano esta integrada por los sectores agropecuario y pesquero. Entre los recursos tecnológicos que utiliza esta planta productiva se cuenta con maquinaria y equipos importados que originan dependencia del exterior, con su consecuente fuga de divisas.

En el sector pesquero estos equipos son utilizados en los métodos y procedimientos de investigación, trabajos de laboratorio, en procesamiento de datos y operaciones de campo propios de la oceanografía, los cuales son una valiosa ayuda para el desarrollo pesquero nacional. Es indispensable llevar a cabo un programa que impulse la investigación para el mejor conocimiento y aprovechamiento de los diferentes recursos que se encuentran en el mar, para este fin debe contarse con equipos y personal calificado desarrollado en México para una sustitución de importaciones futuras.

#### Convenio SEP - UNAM.

Por lo mencionado en el capítulo anterior, es.

de importancia propiciar la canalización de los esfuerzos que deben hacerse para llevar a cabo la investigación ambiental marina, por parte de instituciones gubernamentales, asociaciones privadas e investigadores independientes.

Aunque no existe un programa definido por parte de la UNAM en diseño y equipo oceanográfico se ha establecido a través de la Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar de la Secretaría de Educación Pública, un convenio con la Unidad Académica de Diseño Industrial de la Universidad Nacional Autónoma de México, para el desarrollo e implementación de equipos oceanográficos y marinos, en proyectos e investigaciones a nivel de tesis. Es por esto que en el presente trabajo se desarrolla un proyecto que está enfocado a la obtención de datos correspondientes a los procedimientos de investigación submarina.

La fotografía submarina constituye una valiosa herramienta para la investigación, ya que aporta datos específicos acerca de reconocimientos acuáticos determinados. El presente proyecto consiste en el desarrollo de un objeto que nos permita la toma fotográfica bajo el agua con cámaras convencionales a un costo menor que el de importación y con una similar eficiencia en el trabajo. Por este motivo se presentó el desarrollo de un diseño proyectual consistente en la fabricación de un prototipo de una caja fotográfica submarina para cámaras de 35 mm, reflex de uso convencional, para la introducción de éstas en el medio acuático. Acompañan al prototipo su correspondiente tesis y las especificaciones de los aspectos teóricos.

Por qué una Caja ?

Entre las ventajas que proporciona una caja estanca con relación a una cámara fotográfica diseñada para el medio marino se encuentran las siguientes:

La económica, la que deduce la estimación de precio de un caja submarina de \$200,000.00 (dic. 86) y una cámara fográfica de promedio de \$400,000.00 a comparación de una cámara submarina con capacidad semejante costaría \$1,200,000.00.

En su aspecto funcional la cámara fográfica provista de una caja estanque tiene mayor capacidad para el intercambio y aceptación de lentes y filtros que la cámara fográfica submarina. En el caso de la cámara Nikonos III, esta posee un lente de muy alta calidad que alcanza la capacidad de las cámaras provistas con caja siendo su precio de \$1000 dls. (dic. 86) por lo que su demanda es reducida: se adquiere su versatilidad a un precio muy alto.

Las comparaciones anteriores se refieren únicamente a cámaras de calidad profesional, como ejemplo tenemos las cámaras reflex de 35 mm. Las que son más difundidas en nuestro país después de las instamatic, lo que proporciona ventajas por su facilidad de adquisición, mientras que las cámaras fográficas submarinas son difíciles de conseguir en México. Las cámaras de doble objetivo también pueden ser introducidas en cajas estanques así como los aparatos para cine.

#### JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El país cuenta con una extensión de 10,000 km de litorales y una fuente excelente de recursos marinos. Para una adecuada obtención de estos recursos es necesaria la investigación costera y oceanográfica para la planificación de la explotación de las diferentes especies en temporadas, acordes con su ciclo reproductor y el fomento de áreas artificiales de cultivo.

Es conveniente efectuar numerosos proyectos de investigación en donde la fotografía subacuática puede ser aplicada en estudios de dinámica de población y de comportamiento; y en estudios ecológicos de diferentes habitats; de especies, así como de su distribución y crecimiento.

El diseño de la caja submarina tiene participación dentro del proceso de investigación del oceanógrafo como una ayuda en:

- Investigación costera en general.
- Obtención de datos estadísticos en los ciclos reproductores de las diferentes especies marinas.
- Observación del medio físico de ecosistemas marinos.
- Obtención en temporada de especies comerciales para la alimentación.
- Observación y vigilancia en el funcionamiento de equipos marinos así como desarrollo de trabajos de campo.
- Observación de trabajos biológicos, químicos y físicos en aguas contaminadas, donde en ocasiones no puede penetrar un buceador.
- Para control de calidad de soldadura y de corrosión.
- Para pruebas no destructivas.
- En otras áreas como la de la arqueología subacuática y buceo turístico deportivo.

## FACTORES CONDICIONANTES DEL PROYECTO

Factores de Producción.

El proyecto implica establecer las modificaciones necesarias para desarrollar un producto similar al extranjero, adaptado a las posibilidades tecnológicas reinantes en el país, lo que en general requiere un rediseño teniendo como recursos parametrales:

- Maquinaria y materiales disponibles
- Calidad de ejecución
- Fuerza de trabajo
- Volúmen de producción

Tecnología y Materiales. La tecnología aplicada depende de los datos técnicos referentes al proyecto. Existen determinados procesos que requieren de gran inversión, así como un conocimiento calificado para su elaboración, como son los utilizados en la fabricación de estas unidades acuáticas en el extranjero, (inyección a presión). Proceso en el cual la mano de obra es reducida, este proceso corresponde a otra demanda de mercado con un poder adquisitivo mayor. Estos productos son muy sofisticados y causan problemas en su mantenimiento y reparación.

La materia prima con la cual están fabricadas estas cajas acuáticas es distribuida en nuestro país, pero es de importación, por lo que implicará la búsqueda de alternativas tanto en tecnologías como en materiales. Estimándose las condiciones de innovación en cuanto a una producción.

El material será de procedencia local asemejándose a las propiedades requeridas por el producto, tomando en cuenta la posibilidad de funcionamiento y el equipamiento industrial o maquinaria instalada dispuesto para la Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar se establecerá la condición de procesos para la fabricación de las cajas submarinas dependiendo de las posibilidades de los materiales seleccionados.

Producción costos y mercado.

Los tres criterios fundamentales que determinan una producción son:

- El proyecto funcional lo más simple posible, y de calidad estética apropiada.

- La selección de un material que representa la mejor opción entre las propiedades físicas su aspecto exterior, costo y facilidad para trabajarlo o maquinarlo.

- La selección de los procesos de manufactura para fabricar el producto debe ser de tal manera que con ellos obtenga la necesaria exactitud y adecuación a un costo unitario lo más adecuado posible.

El producto esta vinculado a la demanda a la cual va dirigida. En el mercado nacional no existe una incertidumbre registrada para la venta de este producto y señalando que el principal objetivo no es comercialización. Es de esperarse que la producción será en pequeñas cantidades y sujeta a una producción piloto de investigación para ser perfeccionada posteriormente.

Se establecen los siguientes requerimientos para la producción del proyecto.

- Especificación de materiales y diagrama de procesos alternativos.

- Planeación de la producción en base a los pronósticos de demanda establecidos por la SEP para permitir la identificación de volúmenes de producción.

- Fabricación Piloto para aplicación de Buceo de Investigación para posteriormente llevarla a Producción en serie.

- Cualidades del material adecuado en base a las posibilidades de financiamiento de la SEP.

- Control de costos sujetos a la fabricación de las unidades.

- Establecer el control de calidad necesaria para cumplir con las normas establecidas en el

extranjero para estos productos.

- Establecer un costo final del producto vinculado a las posibilidades económicas del mercado nacional.

#### Factores de Función.

Al adaptar el diseño extranjero a los requerimientos y especificaciones del contexto del país.

Sometiendo el diseño extranjero a un análisis riguroso se hace necesario la formulación de nuevas especificaciones que correspondan al contexto, esto implica un gran número de modificaciones, - a veces fundamentales -, para el desarrollo de un nuevo producto.

Es importante señalar que el diseño extranjero sirve como punto de partida y no como una copia o punto terminal.

#### Uso y Aplicación.

Para elaborar un análisis funcional, es necesario detectar y describir el porque de su función.

Siendo un rediseño es de contemplarse desde un principio la simplificación estructural, es decir la sustitución de piezas monofuncionales por piezas multifuncionales para la reducción de la complejidad establecidos mediante un análisis de valor.

Por optimizar características de uso, se establecerán las medidas adecuadas ergonómicamente para la seguridad del operador, se buscará la facilidad en su operación, limpieza y mantenimiento, permitiendo el reemplazo de partes para un armado sencillo como una correcta manipulación de los dispositivos de control de la caja, en cuestiones de uso.

Esta unidad está diseñada para estar sujeta no solo a aplicaciones oceanográficas si no también para desempeñar investigaciones en rios, selvas, manglares y desiertos.

Tendrá esta unidad capacidad para tomar fotografías en color, blanco y negro con uso de filtros, uso de luz artificial, manejo manual o automático de las cámaras y en casos especiales al uso de motor para avance de la película en aplicaciones de tomas simultaneas.

#### Partes y Requerimientos.

"La optimización de cada factor no lleva por si misma a la optimización del conjunto, más bien se debe intentar la búsqueda de soluciones buenas o satisfactorias en vez de óptimas", H.A. Simon.

Para la toma de fotografía submarina con cámaras SLR es necesario cubrirla con una envolvente rígida para que soporte las presiones ejercidas por el peso del agua, así como la debida impermeabilidad contra los agentes corrosivos del mar.

Es necesario la existencia de controles que transmitan el movimiento al interior de la caja y que estos a su vez no maltraren la cámara.

Estos controles son localizados los movimientos primarios: foco, diafragma, obturador, bobinado y disparador; los secundarios son movimientos de velocidad, control automático además un dispositivo de fijado de la cámara en el interior de la caja.

Para alcanzar la nitidez de la fotografía es de identificar el diseño de una ventanilla de vidrio o cristal la cuál nos permite no menos del 92% de transmisión luminica.

Para la maniobrabilidad de la caja esta debe poseer alguna forma segura de sujeción directa al operador, pudiendo implementarse también una sujeción indirecta, así como un sistema de iluminación interna en la caja, estos dos últimos requerimientos no se

consideran prioritarios por lo que serán susceptibles de proposición debido al incremento en el costo y por ser relativo su criterio de implantación.

En la unidad podrá tener capacidad para recibir unidades de flash y exposímetro, debe poseer un cuadrante externo de apoyo al dispositivo de observación de la toma.

El tamaño de la caja corresponde al tamaño general de las cámaras SLR excluyéndose la de uso de motor.

El diseño cubrirá los siguientes requerimientos:

- Controles necesarios para manejar la cámara.
- Posibilidad de operación con facilidad tanto con las manos, como con guantes.
- Posibilidad de renovación de controles, por choques o accidentes.
- Posibilidad de operación del disparador y el control del foco sin cambiar las manos de posición para una economía de movimientos.
- Sencillez y facilidad de recargado de la película.
- La mira óptica será susceptible de cambiado.
- La renovación del sellado será sencilla.
- Facilidad de cambiado de lentes en la caja.
- Sea aplicable para las cámaras SLR 35 más comunes.

Espacio útil y mecanismos.

El tamaño de la cámara está condicionado a la medida de las cámaras SLR.

Poseerá la posibilidad de introducir lentes entre grandes angulares y normales (50 mm). Incluyendo lentes micros y de acercamiento, así como el uso de filtros.

Los mecanismos utilizados para esta aplicación serán desmontables, por el mismo usuario, con el uso de una moneda, para dar facilidad en el mantenimiento y limpieza de la unidad. Estos elementos serán en su mayoría transmisores de movimientos que pueden ser por: fricción, engranes o correas, así como también a través de resortes, palancas, levas y otros.

Entre las cualidades buscadas de los mecanismos alternativos están:

- Conservación exacta de la relación de transmisión.
- Sencillez del mecanismo operador por el movimiento rectilíneo.
- Independencia de acción de la temperatura ambiente.
- Mando realizable con facilidad.
- Autolubricación para un mantenimiento menor por el usuario.

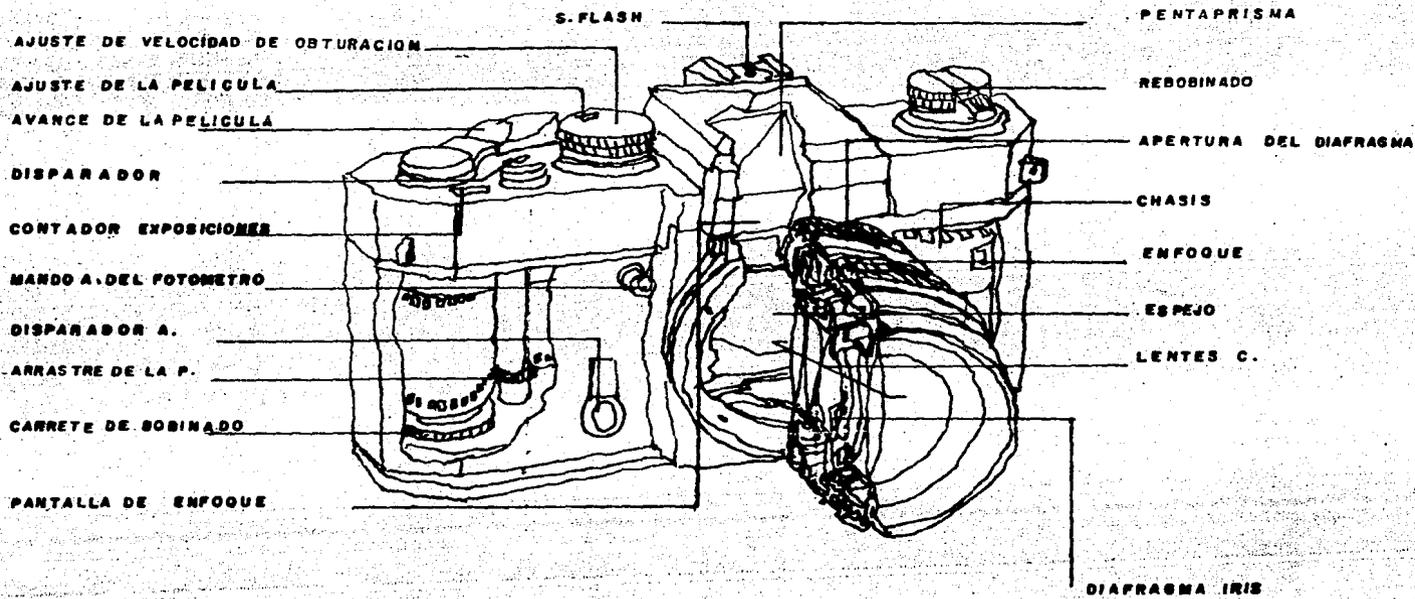
Los mecanismos de transmisión seleccionados aparecen en la estructura técnica, así como sus relaciones de transmisión.

#### Análisis de la cámaras SLR - 35 mm.

El análisis se elaborará en cuanto a su funcionamiento estructura y configuración, así como de sus materiales y mantenimiento.

#### Descripción de Funcionamiento.

Una de las cámaras modernas más utilizadas es de tipo reflex con formato de 35 mm, el objetivo invierte la imagen, el espejo y el Pentaprisma la enderezan y la muestran en la pantalla de enfoque para que el fotógrafo la vea a través del visor (en la parte posterior de la cámara) y ajuste el foco por medio del regulador, el fotógrafo regula también el diafragma y la velocidad según la luz, al accionar el disparador, el espejo gira y tapa el ocular del visor y el



	ESCALA	CAMARA SLR	DIBUJO
	ACOT.		REVISO
MATERIAL.			DIBUJO No.

obturador se abre para permitir la exposición de la película durante el tiempo deseado.

Uno de los principales problemas que se encontraron en el desarrollo del proyecto es la variedad de modelos de cámaras existentes a identificar en cuanto al posicionamiento de sus funciones con motivo de diseñar la forma de unificar mandos exteriormente para poder elaborar un diseño universal, tanto en el cuerpo como en la lente. Involucrandose tolerancias más grandes en el diseño de la transmisión.

Por ser un objeto electrónico de alta tecnología y de funcionamiento delicado que presenta cuidados en su manejo, se necesita una protección lo suficientemente adecuada para un verdadero aislamiento, ya que el agua presenta la cualidad de absorción de energía por lo que el material debe ser aislante dieléctrico.

Dentro de las cámaras existen tres tipos de focos, lo que en el medio acuático hay que considerar ya que disminuye la visibilidad.

El peso de las cámaras oscila entre los 700 y 1600 gr, lo que es un factor a considerar referente a la flotabilidad.

#### Factores Ergonómicos.

El uso de este producto es complicado debido a la dificultad del hombre en moverse en un medio que le es ajeno.

El principal problema para el buceador es el correcto suministro del aire a sus pulmones a la misma presión del agua circundante.

Este se ha solucionado por medio de válvulas de control, suministrando el aire automáticamente a los pulmones, según la necesidad del buceador e igualar a la vez la presión a las diferentes profundidades.

Otro problema es el referente a la capacidad de movilización bajo el agua; el aparato de regularización del aire unido a la escafandras autónomas, ayudaron a superar este problema, para trabajar bajo el agua a poca profundidad y en cortos periodos. La introducción del cilindro de aire a elevada presión estimuló el desarrollo de investigaciones submarinas y trabajos de inspección de puertos y de cascos de buques, así como el buceo con fines militares, comerciales y deportivos, también ha proporcionado una nueva dimensión a la arqueología.

Para el mejoramiento en el desplazamiento del cuerpo humano se recurrió al diseño de aletas asemejadas a estructuras físicas de peces con todos estos adelantos, se une el empleo de la fotografía submarina, en lo cual su principal problema es el adaptarlo este producto a un medio en lo que la capacidad del hombre es restada, es decir la percepción visual y los movimientos de fijado e inmovilización del instrumento es influenciado por el medio físico circundante.

A continuación se enlistan los principales problemas mencionados en esta actividad:

- Fijado de la imagen en un lugar predeterminado.
- Adecuamiento de la unidad a la dificultad de traslado y movimientos del buceador.
- Facilidad de maniobrabilidad de la unidad por las manos del operador.
- Legibilidad de encuadre y enfoque de la cámara fotográfica bajo el agua para su operación.
- Localización de los mandos para su utilización.
- Satisfacción de las necesidades de seguridad de la unidad en uso.
- Libertad de variación en las técnicas fotográficas requeridos por el fotógrafo.

- Facilidad de mantenimiento y limpieza de la unidad.

#### Optimización al usuario:

Debido a la inexistencia gráfica de información sobre posicionamientos y movimientos del cuerpo humano en el medio marino se requirió la observación directa de estos objetos introducidos por personas especializadas e incluso por el mismo diseñador con intención de encontrar los requerimientos y variables para el desarrollo del proyecto.

Con ayuda de la ergonomía, antropometría y biónica establecimos los criterios para fijar las necesidades de uso del buceador las cuales nos llevaron al desarrollo del diseño.

- Establecer las medidas antropométricas óptimas de los mandos para su manejo bajo el agua.

- Adecuación del objeto al usuario para una ligera pero segura maniobrabilidad.

- Establecer la forma sugiriente para el manejo en el entorno marino.

- Facilitar la libertad de las muñecas para el posicionamiento estático de la caja.

- Diseñar la caja de tal manera que sea fácil de desplazar y de inmovilizar en el agua aún cuando existan corrientes marinas no determinadas.

- Optimizar la visibilidad para la toma fotográfica.

- Establecer las dimensiones óptimas para ocupar el espacio funcional necesario.

- Proporcionar un sistema de seguridad de cierre de la caja aún en condiciones de golpes y caídas de esta misma.

- Involucrar información físico-psíquica en función de las sensaciones perceptivas del operador.

- Adecuar formalmente el diseño al contexto de uso y al aparato que contiene en su interior.

- Adecuar el espacio interno de la caja de acuerdo a las presiones de aire internas con relación a las externas.
- Propiciar la simplificación de controles mediante el estudio de las necesidades fotográficas requeridas.
- Disposición alternativa de elementos extras para una mayor especialización.
- Dispensación de seguridad en condiciones difíciles de operación.
- Delimitar aspectos fisiológicos, anatómicos y psicológicos para adecuamiento del producto al hombre.

Las soluciones de diseño establecidas deberá cubrir lo antes descrito.

#### Factores estéticos.

En aumento a los factores condicionantes estéticos señalaremos que el diseño se adecua a las necesidades trascendentales al hombre a través de la estética como condición estilística mutable, esta condición dependerá de la cultura, es decir es un valor cultural que a su vez depende de las condiciones específicas del objeto. Estas condiciones pueden ser en cuanto a funcionalidad, acondicionamiento de materiales e información y comunicación del objeto.

## PRODUCTOS SIMILARES

La información que a continuación presentamos se ha obtenido a través de libros, revistas, catálogos, folletos, así como de la observación física de algunos productos y equipos con el fin de conocer los diseños que existen en otros países.

Esta información funcionará como un punto de apoyo para la evaluación y desarrollo del proyecto.

### Cámaras Submarinas.

Las diferentes cámaras fotográficas submarinas que existen en el mercado extranjero pertenecen a dos tipos: las de lentes intercambiables y las de lente fijo. Estas cámaras han sido diseñadas para la impermeabilidad y penetrabilidad a determinadas profundidades (fig. 6).

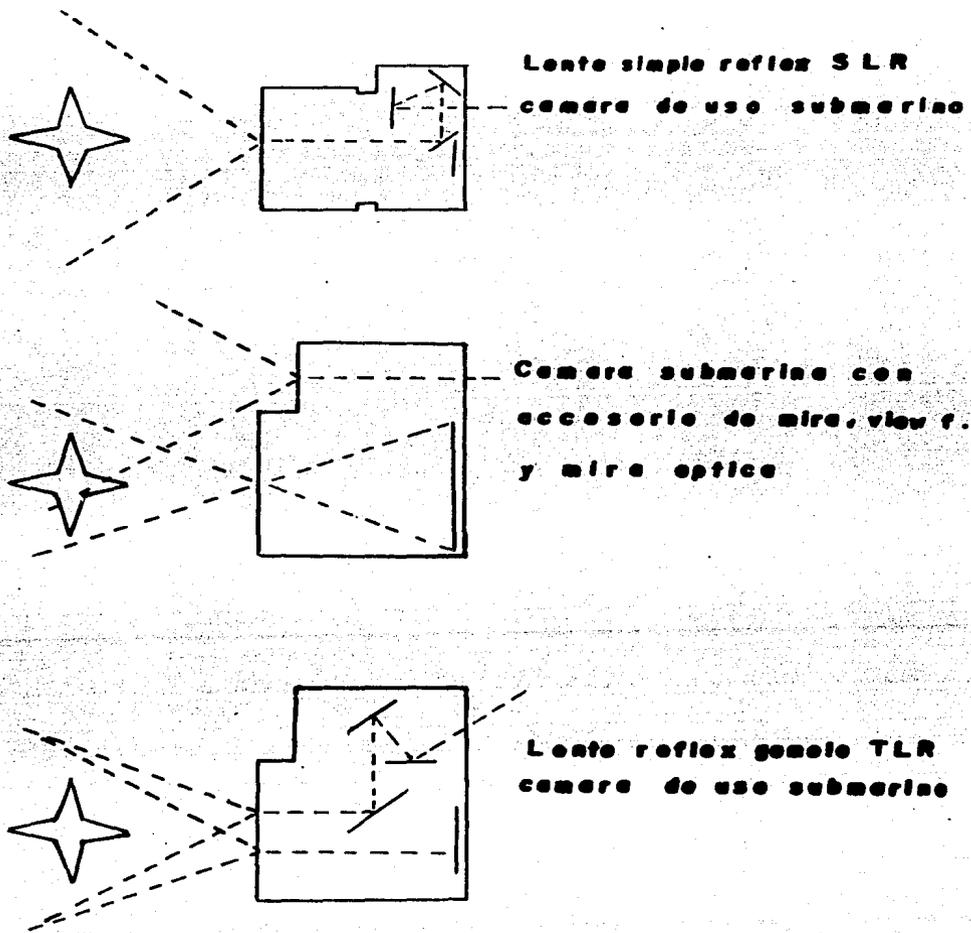
Las cámaras de lentes intercambiables y provistas de ventanilla de domo, aunque muy costosas para el poder adquisitivo de nuestro país son muy confiables para el usuario. Entre las principales marcas están: Calypso, Kelite y Nikonos.

The Calypso Phot. Fue diseñada por los años 50's, por Joan de Wouters, ingeniero belga, con colaboración de Jaques Yves Cousteau. Manufacturada en Francia, en donde su principal innovación fue su pequeño tamaño que repercutió en su facilidad de manejo, estuvo provista de un nuevo sistema exterior de cambiado del film.

En la década de los 60's la manufactura fue adquirida por Nikon desarrollando nuevos modelos.

Nikonos I. La cámara Nikonos I es fabricada para 35 mm y con un lente de f.12.5 que puede ser usado tanto dentro como fuera del agua. En

FIG. 6



semejanza con la Calypso su protector cubre un ángulo de convergencia de 50 mm, el cuerpo de la cámara es producido de color negro a diferencia de la anterior que era gris, está provista de flash a base de bulbos con entrada de balloneta. Posteriormente es producido el lente 2.8 mm f.13.5. Este modelo tiene problemas ópticos en el sistema de la lente, ya que posee el mismo ángulo de convergencia de las cámaras normales.

Nikonos II. Entre las soluciones tomadas para el rediseño se encuentran: la reducción del brazo de rebobinado de la película, se adaptó una mejor ergonomía y se cambiaron las bisagras de presión, para facilitar la carga así como su mejor maniobrabilidad, además de cambios en el mecanismo del sistema de la carrera de la película principalmente.

El lente de 15 mm para fotografías Nikkor f.2.8 que posee una mira óptica para corrección de distorsiones en el color causadas por aberraciones, contrastes y otros, siendo el diseño de este lente para aplicaciones acuáticas.

Fueron incorporados domos correctores para proporcionar una mejora en la proporción real de la imagen, actualmente se usa la medida de 90 a 20 mm en fotografías submarinas. El lente de 40 grados ángulo ancho crea perspectivas con distorsión en tomas cercanas lo que puede ser evitado con el lente de 15 mm a 94 grados.

El lente de 80 mm no es usado en la fotografía submarina debido a la dificultad en su enfoque, pero fue usado con lentes de acercamiento durante la guerra de Vietnam (1964-1972) por adaptarse a climas húmedos en condiciones de calores extremos.

David Douglas Duncan fue quien popularizó este lente en la guerra de Corea (1950-1952), aumentando así su producción.

Nikonos III. Surge a partir del año de 1965, con grandes ventajas sobre los modelos anteriores las que a continuación se mencionan:

- La cámara fué aligerada para su mejor manejo.
- La lectura de los cuadrantes fué modificada para una mayor legibilidad.
- Material de cuerpo de las lentes fué cambiado de aluminio a acero.
- La mira óptica fué aumentada, así como el grabado de corrección de paralelaje para 35 y 80 mm.
- Mayor seguridad en el brazo disparador.
- Conector del flash a la base del cuerpo, por medio de sincronizador.
- Modificación al contador de la película.
- Diseño de un sistema más perfeccionado en cuanto al desplazamiento de la película en el interior.

Los principales accesorios con que cuenta son:

- Introducción de recuadros para lentes de 80, 35 y 28 mm.
- Introducción de diferentes lentes entre los cuales están: los de ojo de pescado, los lentes Nikkor y los tubos de expansión para encuadres en 35 y 28 mm para aplicaciones en microdistancias.

Estuches para cámaras de 35 mm.

Dentro de la gran variedad de cajas estanques submarinas existen dos grupos. las de compensación a la presión y las de resistencia a la misma. Las primeras, más simples y fabricadas con materiales flexibles, son accionadas directamente por la mano del operador a través de un guante introducido en la bolsa y puede ser utilizado en cualquier tipo de cámara, ya que vienen en tamaños distintos en su presentación,

teniendo como desventaja su fragilidad y su uso restringido hasta 8 m de profundidad. Ejemplos son la Soft Vinyl Housing y Eua Master.

Las de resistencia a la presión son de materiales rígidos para soportar las altas presiones y con características anticorrosivas, sea aluminio, acero inoxidable, acrílico, policarbonato y otros. En los Estados Unidos de Norteamérica pueden ser adquiridos estuches estanques para cualquier modelo de cámaras fotográficas, sean Instamatic, Compact Disc, Polaroid, Reflex, de Doble Objetivo, Videos y otras.

Las cámaras Reflex son las más adecuadas para la fotografía submarina, por poseer una elevada capacidad en el control de la nitidez y calidad de la fotografía.

Entre las principales características que posee una caja submarina son las siguientes:

- Mayor capacidad de introducción de lentes.
- Posibilidad en el uso de filtros.
- Manejo de ventanillas intercambiables, para el uso de objetivos micro y de ojo de pescado.
- Su precio es menor.
- Protección a la cámara contra golpes y abrasión.
- Facilidad en su mantenimiento.
- Es un producto de menor tecnología que lo hacen más factible para producirlo en nuestro país que el requerido para una cámara submarina fotográfica.

Las Cámaras submarinas SLR son las más distribuidas en nuestro país, además de ser las más adecuadas para la fotografía submarina, por

ello son las más utilizadas para introducirse en estas cajas herméticas.

En el caso de las cámaras automatizadas con diafragma de motor, las cajas submarinas requeridas poseen simplificación en sus mandos, lo que proporciona mayor facilidad en su manejo. Estas cajas están fabricadas en materiales plásticos y metálicos siendo las de mayor precio y mayor capacidad de inmersión éstas últimas.

#### Elementos de las Cajas Submarinas.

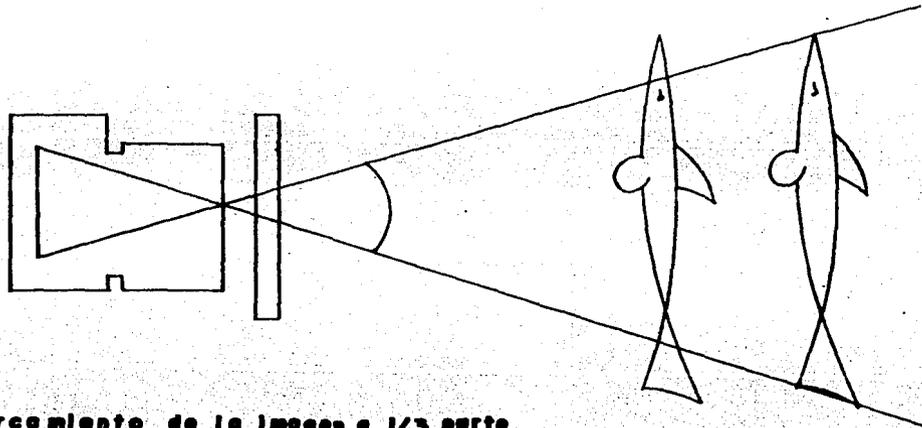
Ventanillas para objetivos. Entre las ventanillas existentes en el mercado, se pueden clasificar en dos grupos:

- Ventanillas planas. pueden ser de vidrio o de plástico, en las que se produce una doble refracción al paso de los reflejos luminosos del vidrio o plástico al aire, lo que produce una diferencia de velocidad en desplazamiento entre un medio más denso a otro menor, originándose así el fenómeno del aumento de la imagen a tres cuartas partes de la distancia real. El ángulo del objetivo es reducido a tres cuartas partes correspondiente a la atmósfera, produciéndose distorsiones en los perímetros de los lentes grandes angulares. En los lentes superiores a 35 mm la deformación es menor llegando a los teleobjetivos en los que no se producen distorsiones apreciables (fig. 7 y 9).

- Ventanilla de Cúpula o Domo. La distorsión producida en las ventanillas planas es corregida en las de cúpula debido a la penetración convergente de los rayos a 90 grados, lo que evita la deformación incluso en



FIG. 7



Acercamiento de la imagen a 1/3 parte de su posición real

Disminución en la distancia aparente causada por la refracción a un 25 %

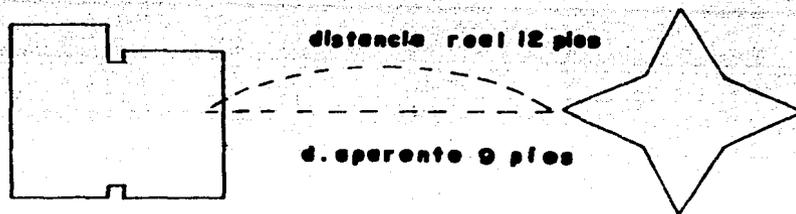
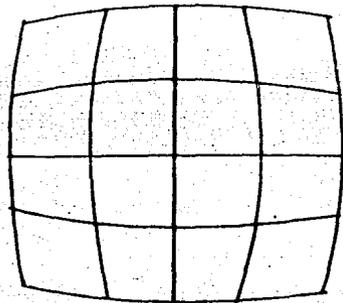
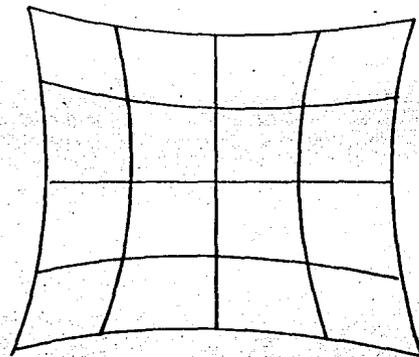




FIG. 8



Distorsion de berril



Distorsion de escorico

El domo reduce la talla del objeto tomando el foco en  
la imagen aparente

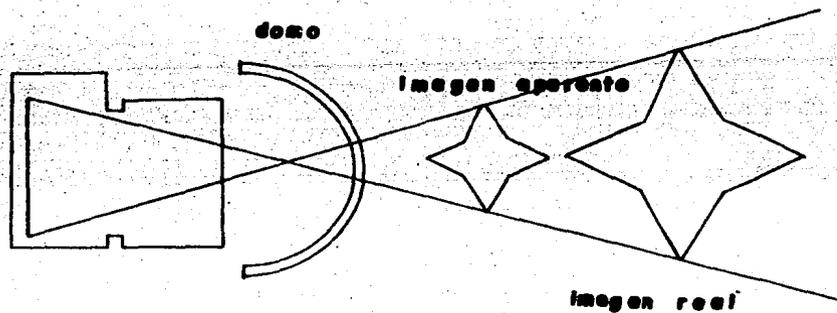


FIG. 9

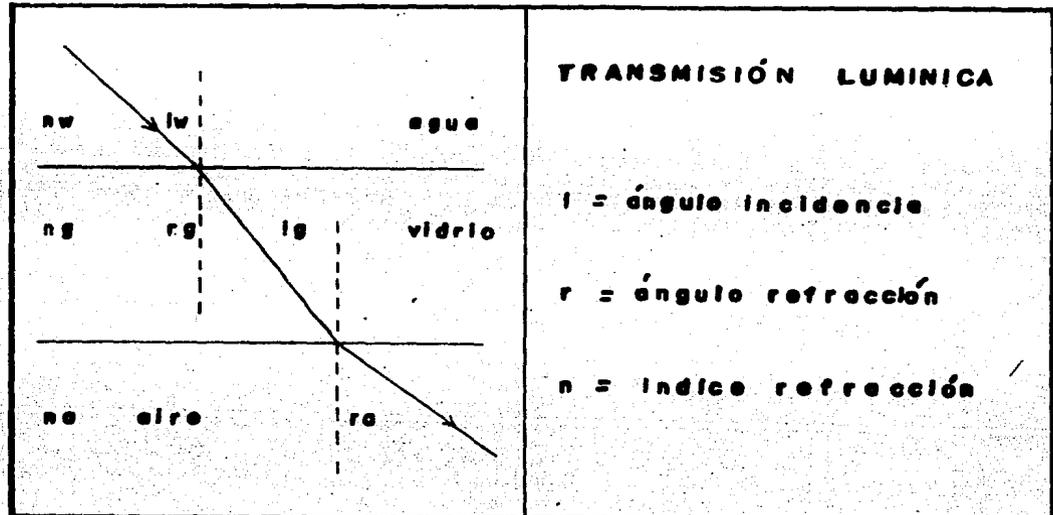
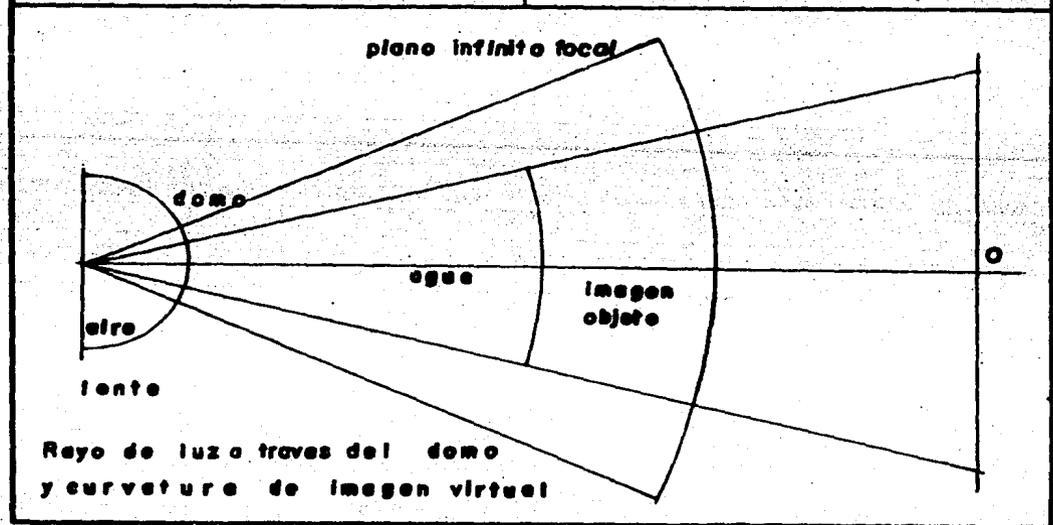


FIG. 10



la lente de ojo de pescado, ajustandose el foco a la imagen reflejada en el domo, por lo que se elimina la consulta en la escala de distancia. en estas ventanillas la reduccion de la distancia exacta depende del radio de curvatura del domo. Con la ayuda de los Close Up se pueden dar imagenes corregidas muy nitidas, otra característica de las cúpulas es que restauran la normal del ángulo de convergencia repercutiendo en tomas de acercamiento en correcciones de aberraciones cromáticas en cuanto a color.

Entre las ventanillas se encuentran las de vidrio (cristal templado y vidrio crudo) y las de plástico (acrilico y policarbonato) y siendo los de mayor costo las primeras, debido a su proceso de fabricación. Las de Plástico poseen limitantes en su inmersión, que no será a más de 40 metros de profundidad (fig. 8 y 10).

Miras. Entre los diferentes tipos de miras utilizadas para la fotografía submarina están las de acercamiento de la imagen, siendo estas más nitidas que la misma toma. Otra mira es la abierta o Sports Finder, la que da una buena aproximación de la imagen siendo la más simple y menos costosa, debido a su proceso de moldeo por inyección.

Esta mira es colocada por encima de la caja quedando a pocos centímetros del camino del objetivo, la que posee coordenadas para encuadre en la diferencia de paralelaje. La mira directa es la que corresponde a la visión en el camino de la lente (reflex).

El formato del film 120/220 es el más popular debido a la amplitud de la visión en la

pantalla permitiendo una mayor visibilidad, teniendo desventaja en el sistema rollermorden

en que la imagen es invertida debido a su prisma de tres lados.

El Single - Lents Reflex es un prisma de cinco caras lo que permite que la imagen se conserve igual, teniendo como desventaja en que los lentes de 35 mm son diseñados para que el fotógrafo tenga una directa participación visual, por esto las cámaras de 35 mm SLR y las SLR provistas de prisma no pueden dividir su sistema de cambiado de mira, por lo que permanecen independientes (fg. 11 y 12), la producción de estas dos miras son especiales siendo su enfoque de precisión.

Accesorios. Entre los accesorios están los exposímetros que son usados para las diferentes profundidades midiendo la intensidad de luz reflejada.

Entre los mejores exposímetros tenemos: el

Sekonic Marine Meter (model L-164), Euromaster de Ikelite y el Auto Model I-68 de Nikonos.

Se recomienda que si la cámara es totalmente automática se utilicen miras solamente, ya que la saturación de color, brillantez, afecta al detalle en la toma, lo que puede ser compensado con técnicas de exposición, por lo que los exposímetros son utilizados para precisión en la fotografía.

Cajas Submarinas. Entre las principales cajas submarinas tenemos: Rollermain, Makoshark, Nikomar e Ikelite, con la introducción del moldeado en plástico se produjo el aligeramiento en las cajas submarinas, así como la mayor libertad de formas.



FIG. 11

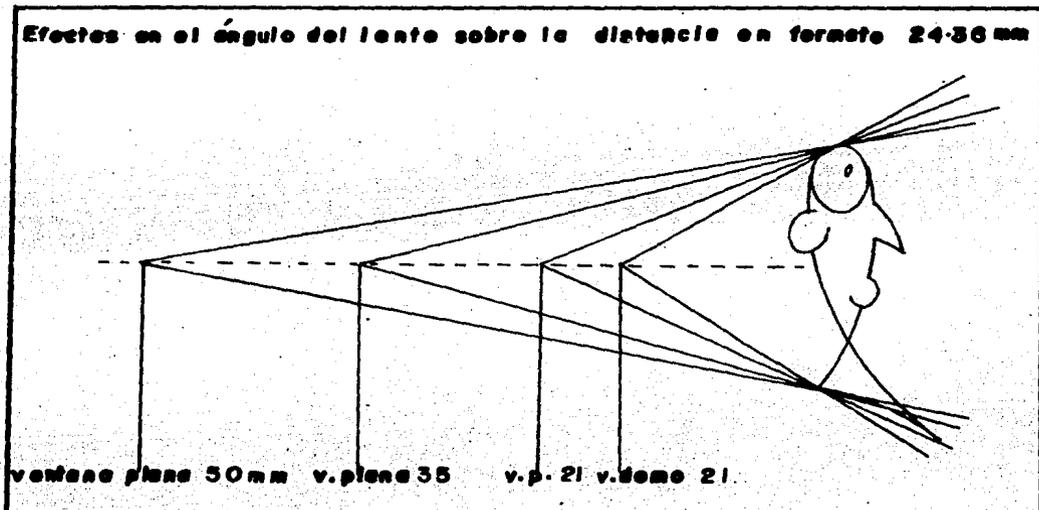
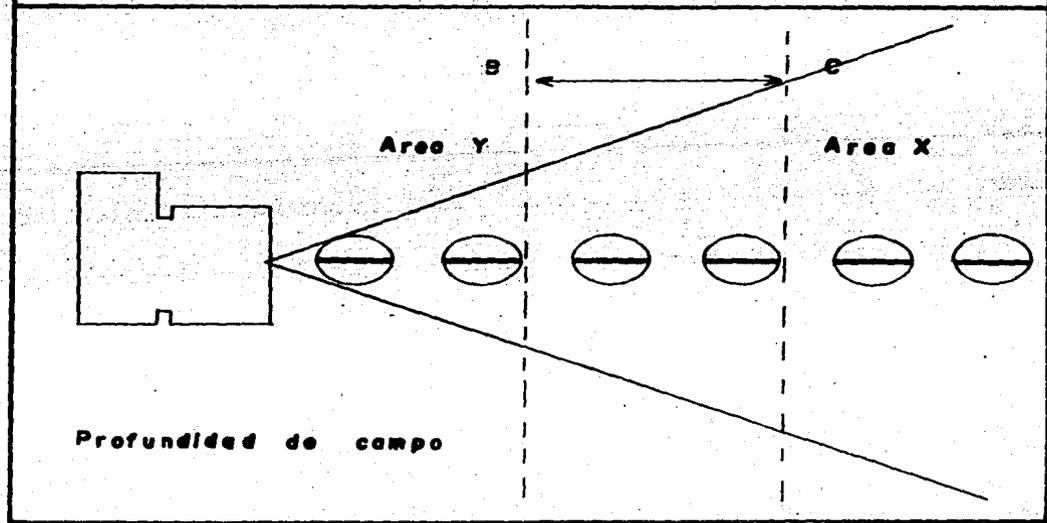


FIG. 12



### Luz Artificial.

Los rayos solares al contacto con el agua sufren una reflexión proporcional a su ángulo de incidencia por lo que la intensidad de luz es alterada, por otro lado las partículas en suspensión, absorción del agua misma y evaporación afectan a la luz. Debido a esto es necesario ampliar equipos de iluminación submarina artificial, para poder compensar la falta de luz a determinadas profundidades. Esta iluminación puede ser de bombillas de flash o flash electrónico.

Las bombillas de flash son menos costosas y recomendables para personas que se inician en esta actividad. Existen bombillas pequeñas para fotografías en primeros planos, y las grandes de mayor alcance, dentro de estas hay azules y transparentes, las primeras son para uso con película de luz de día y las transparentes para luz de tungsteno y tomas en color.

**Flash Electrónico.** El flash electrónico proporciona ahorro de tiempo y dinero utilizándose con cierta periodicidad, ya que puede tomarse fotografías con la misma unidad de flash.

Un flash descarga aproximadamente 22.5 volts en cada disparo como es el caso de Solid State Triggering de Ikelite, por lo que éste tiene que estar perfectamente aislado ya que este voltaje en una inmersión puede producir la muerte si la chispa escapa de la caja.

Existen flash diseñados para el agua y los provistos de cajas herméticas estanques, se recomienda que la caída de luz del flash sea de un ángulo de 45 grados debido a las partículas en suspensión. Con el modelo de la Cámara Nikonos se popularizó la fotografía con flash que fue aumentada la potencia de energía con un dispositivo de batería para evitar la

pérdida al medio ambiente. Actualmente este dispositivo ha sido retirado (fig. 3).

Los cuatro sistemas introducidos de flash electrónico son:

- Ikelite conector System (ICS).
- Rollermerin Dual Plug System.
- Nikonoss (EFOI) Conector System.
- Electro Oceanics Inc. (EO) Enviromate

System.

### Filtros

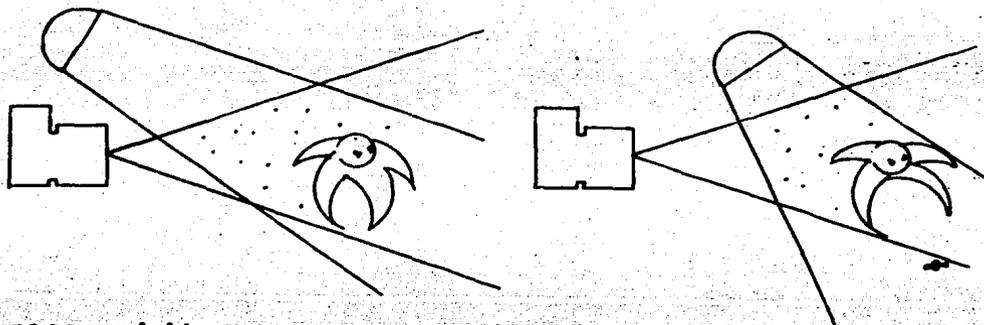
Debido a la absorción del agua a determinadas longitudes de onda (colores) se incorpora el uso de filtros que funcionan a manera compensatoria de la absorción de ciertos colores. Por esta razón las fotografías serán mas definidas si la distancia del objeto a la cámara es una tercera parte de la zona de visibilidad marina.

En el mar, la mayoría de la luz es de color azul, esto se corrige con un filtro amarillo. En el caso de la luz roja al no penetrar luz a más de 9 m de profundidad las tomas tienen un color azul verdoso corrigiéndose esto con un filtro CC-R.

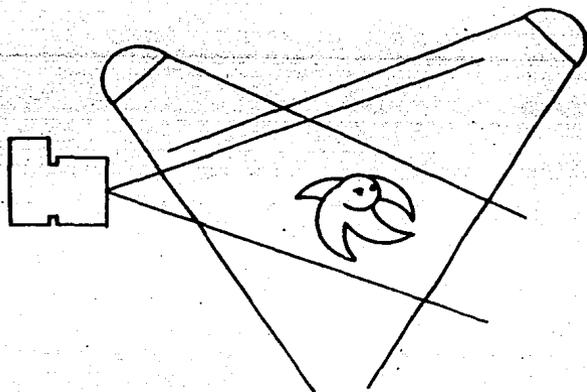
La capacidad de un filtro para producir una corrección completa depende de la distancia que recorre la luz bajo el agua. Es decir 4 unidades de filtraje por cada 30 cm de inmersión.



FIG. 3



Es recomendable acercarse al objeto y que la  
caída de la luz sea con un ángulo de 45°



Tome con sensor para  
disparo de 2 unidades  
simultáneas

TOMA  
SUBMARINA

## UBICACION Y ALCANCES DEL PROYECTO

El proyecto contempla el reporte de investigación, la evaluación proyectual, el desarrollo del producto, modelo experimental, y plan de trabajo para la realización del prototipo. Así como para su fabricación, elaborándose documento completo de tesis, resultados de pruebas realizadas al prototipo y apoyadas con un audiovisual.

Este proyecto es llevado a cabo en coordinación con la Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar, SEP y la Unidad Académica de Diseño Industrial UNAM y se plantea para satisfacer las necesidades de las escuelas de oceanografía de la Secretaría de Educación Pública por medio de la elaboración de un prototipo de fabricación semindustrial para una demanda de 50 unidades inmediatas.

Posteriormente se contempla que el proyecto llegue a un desarrollo de mayor producción cambiando su enfoque de comercialización a una demanda en buceo turístico y deportivo, proponiéndose para exportación lo que implica la profundización de este proyecto.

## PERFIL DEL PRODUCTO

Debido a la producción estimada de este producto, su proceso de fabricación será en forma manufactura semindustrial. Se usará el maquinado, doblado, pegado, cortado y otros procesos similares.

Esta unidad tendrá capacidad para aceptar la mayoría de las cámaras Reflex de 35 mm. de formato, para disponer de capacidad para cajas independientes exteriores para unidad de flash y exposímetro.

La caja para investigación costera tendrá una capacidad de inmersión hasta de 30 m. Los materiales

propuestos serán en su mayoría plásticos para lograr una rentabilidad del producto en México.

Por no existir en el mercado nacional la caja submarina en cuanto a su adaptabilidad, es de carácter universal. Además se contempla la optimización y simplificación de piezas, procesos y adecuación de materias primas nacionales, sin descuidar funcionalidad, versatilidad, capacidad, durabilidad respecto a sus similares extranjeras creando así, condiciones reales de sustitución de importación de este producto.

Dentro del aspecto formal se integrará el diseño a las cámaras fotográficas, así como el medio ambiente en que este proyecto es utilizado.

Se estudiarán los aspectos físicos que demilitan el uso de este producto con relación al usuario en cuestiones como ergonomía, pluviodinámica, agentes atmosféricos y otros.

### OBJETIVOS

Por medio de la investigación antes presentada, la delimitación proyectual a su perfil de desarrollo, enfocaremos el proyecto a la fabricación de un caja estanque a nivel prototipo. Se pretende que sea competitiva con aquellas cajas similares extranjeras, siendo su enfoque de integración nacional en todos sus componentes.

La producción se estima en 50 unidades contemplándose más tarde una producción industrial de 3 a 5 mil unidades lo que será desarrollado a nivel de planos.

Los aspectos que se tomarán en cuenta son:  
- Accesibilidad de todos los materiales que integren su fabricación.

- La maquinaria requerida, el herramental empleado y mano de obra estimada estarán acordes con la capacidad instalada en los talleres de Mecánica Naval donde se realizará la fabricación de estas piezas.
- Elaboración y evaluación de aspectos funcionales, ergonómicos y formales del producto.
- Realización de análisis comparativos de las características de los materiales con respecto a su utilización.
- Entre los principales objetivos están: la practicidad del producto, su seguridad en uso, su factibilidad en reparación y mantenimiento, facilidad de limpieza, versatilidad, estética, apariencia del producto y durabilidad.

## DATOS TECNICOS

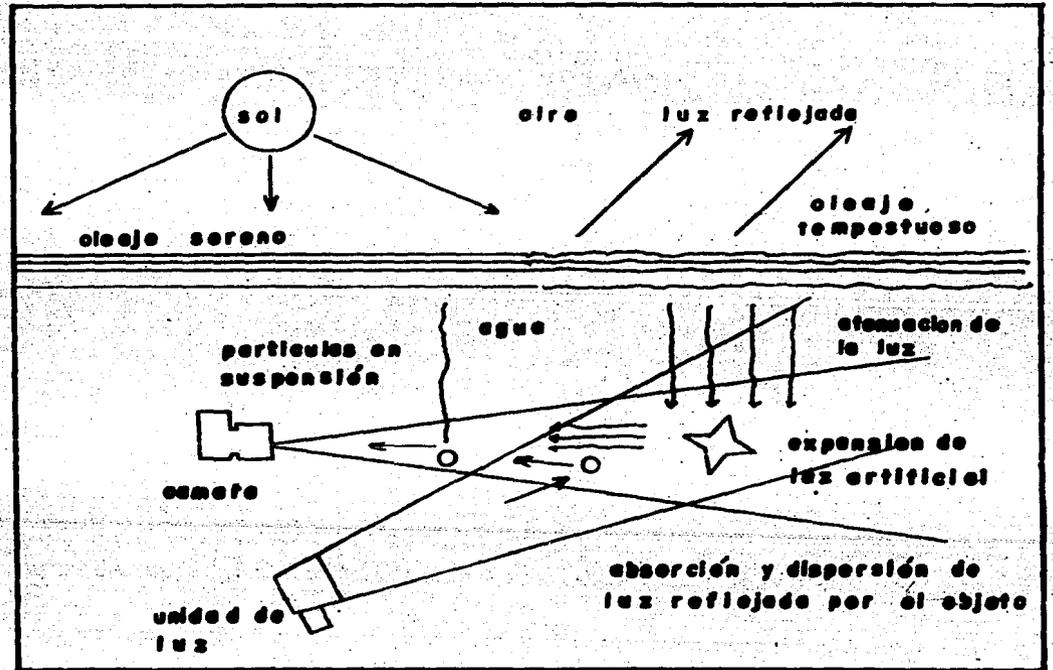
Factores Ambientales (fig. 1).

**Reflexión.** Es la desviación de los rayos solares cuando hacen contacto con la superficie del mar, sufriendo una variación que depende del movimiento de este y del ángulo de incidencia de la luz, por lo que a menor ángulo de luz será mayor el reflejo, provocando una menor penetración de ésta dentro del agua. Se ha observado que a medio día sufre la mayor penetración de la luz, por lo tanto las fotografías tomadas durante las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde, presentarán una disminución de la visibilidad (fig. 2).

**Refracción.** Es la desviación de los rayos solares al someterse al cambio de densidad producido por el agua, observándose que a menor ángulo de incidencia la distancia del recorrido de la luz dentro del agua es mayor, por lo que se produce una disminución en la intensidad de luz a ciertas profundidades. Esto ocasiona diferentes problemas en la toma fotográfica, como es el caso del aumento de la imagen a un tercio de su realidad, la creación de aberraciones ópticas y la posición de los objetos.

**Dispersión.** La dispersión de la luz es causada por las partículas en suspensión localizadas dentro del agua, esto provoca que en las tomas de luz artificial y natural salgan manchadas, por pequeñas sombras proyectadas sobre la emulsión, por lo que es recomendable acercarse al objeto y en el caso de luz artificial que su caída tenga una inclinación de 45 grados sobre el objeto a fotografiar (fig. 3). Los rayos solares al dispersarse provocan variaciones sobre el color, por lo que el uso de filtros ayuda a corregir

FIG 1



FACTORES AMBIENTALES

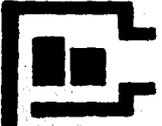
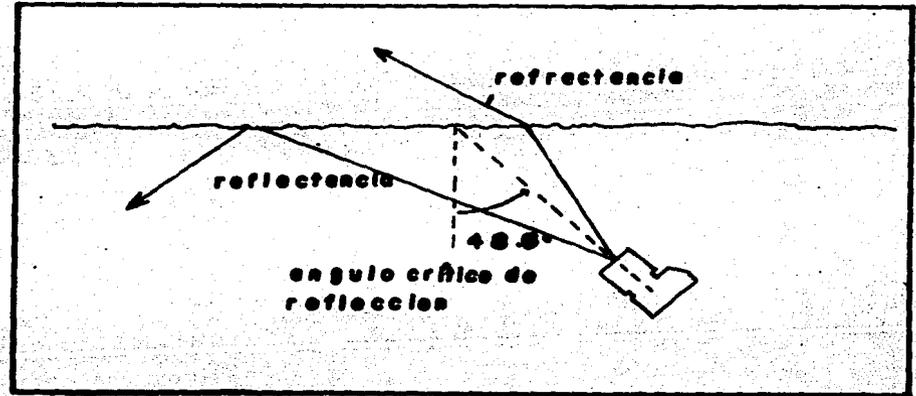


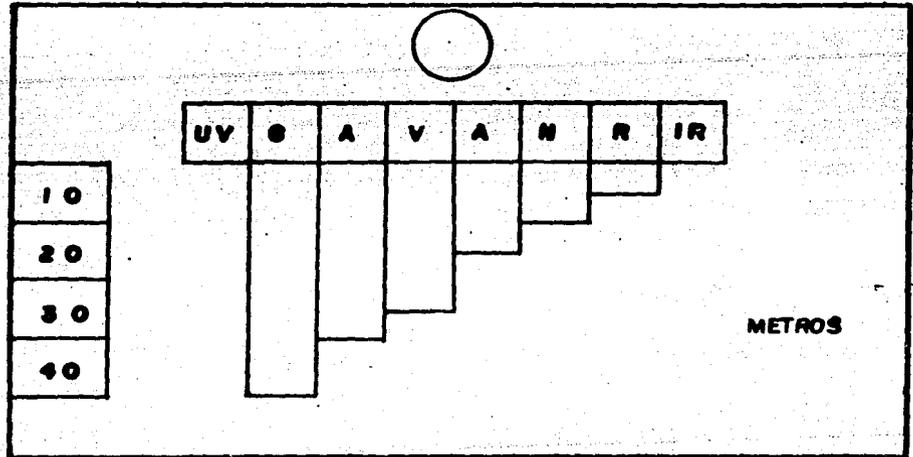
FIG 2



ÁNGULO CRÍTICO DE REFLEXIÓN

FIG 4

ABSORCIÓN DEL COLOR EN EL AGUA



este problema. Se recomienda la toma de imágenes a menor distancia del objeto para evitar la pérdida de nitidez, provocada por la cantidad de agua existente entre la película y el objeto.

**Absorción.** Los rayos solares están compuestos por medio de frecuencias de distintas longitudes de onda lo que produce los colores. Estos al penetrar dentro del medio acuático son absorbidos en diferentes proporciones dependiendo del aumento de la profundidad o cantidad de agua.

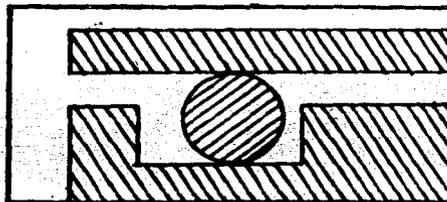
La calidad de el color en las tomas submarinas dependerá de la intensidad de luz que exista en esas condiciones, por lo que se recomienda el uso de luz artificial o filtros para zonas inferiores a los 8 mts., dependiendo de la fotografía que quiera tomarse o el efecto que quiera darse en la foto (fig. 4). Los factores antes mencionados están íntimamente relacionados entre sí, lo que provoca su participación paralela, con relación a la estructura de la información.

**Presión.** La atmósfera corresponde a la fuerza que ejerce una columna de aire sobre un área específica. Bajo el agua por existir una diferencia en la densidad, esta aumenta 800 veces más por lo que mientras en el aire es de 36.8 gr por cada 28 cm cúbicos, en el agua las presiones son de 28.750 gr por cada 28 cm cúbicos cúbico y en cuanto al mar es de 29.440 gr por cada 28 cm cúbicos. Por lo tanto la presión ejercida por el agua será mayor que la ejercida por el aire al introducirse una caja estanque (fig. 5).

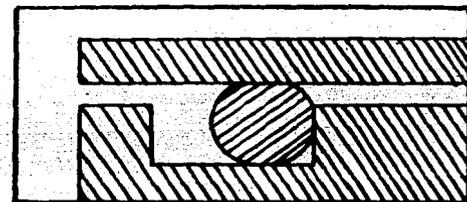
**Flotabilidad.** Todo cuerpo sumergido dentro del agua contiene una flotabilidad sea positiva o negativa. La flotabilidad en el cuerpo humano depende de su



FIG. 5



Sección de rotón de caja  
submarino. e presión normal



Rotón sujeto a presión.

AUMENTO DE LA PRESION CON LA PROFUNDIDAD	
PROFUNDIDAD M.	PRESION ATM.
0	1
1 0	2
2 0	3
3 0	4
4 0	5
5 0	6
6 0	7

estructura ósea, tamaño de pulmones, grasa acumulada y otros, lo que corresponde a una diferente movilidad dentro de este medio. Es necesario tomar en cuenta el grado de flotabilidad de los cuerpos sumergidos para poder manejar las soluciones adecuadas.

Condensación. Debido a la diferencia en temperaturas entre el medio acuático y atmosférico se produce el fenómeno de condensación.

Al introducirse un objeto que contiene aire en su interior sufre una precipitación formándose una pequeña película a base de gotitas de vapor en las paredes más frías del objeto, en una caja submarina metálica específicamente no existe problema alguno, ya que la humedad es adherida a las paredes de la caja y no al cristal por donde la fotografía es tomada. Comúnmente este problema afecta a las cajas de materiales plásticos, esto puede ser corregido por medio de un agente deshidratante.

El desarrollo del proyecto está enfocado a la mejor solución de las necesidades antes planteadas, tomando en cuenta factores económicos, tecnológicos, físicos y otros. A continuación son presentados estos mismos que determinan los lineamientos seguidos en el proyecto.

## DESCRIPCION DEL PROYECTO (BITACORA)

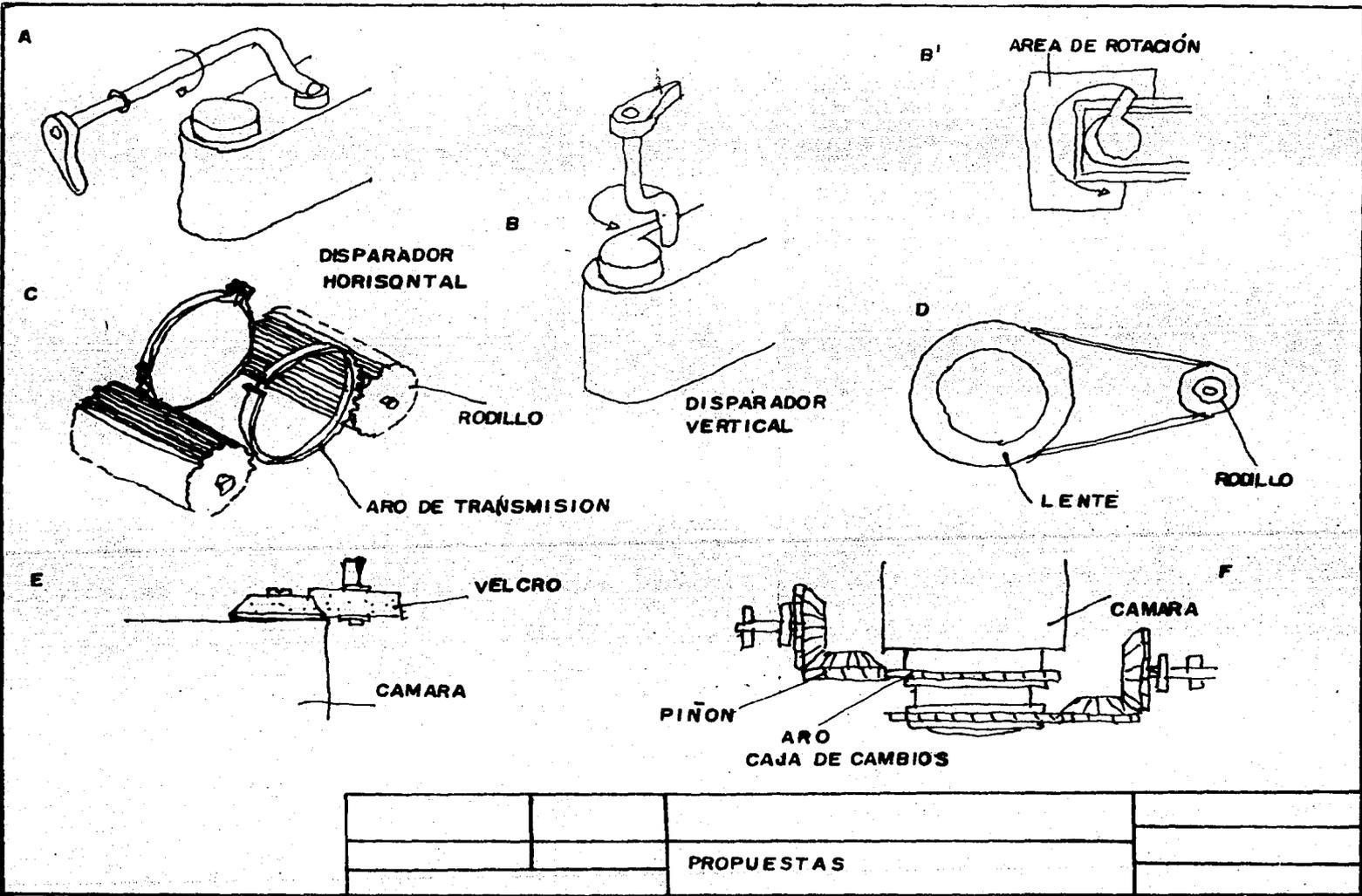
El desarrollo del proyecto se puede clasificar en cinco diferentes etapas que a continuación se describen:

la fase.

Esta fase fué de identificación de objetivos del proyecto con base en la investigación de información y descripción funcional y técnica preliminar del proyecto.

El proyecto se inició con una serie de propuestas por medio de bocetos, involucrándose aspectos funcionales y estéticos, se recurrió a algunos productos fabricados por particulares, así como la observación directa de la cámara Ricoh y su caja submarina. Por la escasez de información de este tipo en México se pospuso la elaboración más adecuada de soluciones específicas lo que se superó posteriormente.

El diseño fué comenzado paralelamente con la investigación a través de la asesoría de la Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar, se obtuvo información de objetos existentes en los mercados extranjeros, específicamente en los Estados Unidos de Norteamérica. A donde por correo se solicitó información a empresas de esta especialidad. Se recaudó información de tipo escrita por medio de libros, folletos, publicaciones, revistas, artículos especializados, así como información técnica oral y visual a través de institutos, centros de investigación (Instituto de Física de la UNAM, Centro de Instrumento UNAM, Instituto de Investigación de Materiales, CONACYT, CICH UNAM), organismos gubernamentales (Secretaría de Educación Pública, Secretaría de Pesca y otros), bibliotecas (del Instituto de Limnología y Ciencias del Mar UNAM, Benjamin Franklin, Central UNAM,



		PROPUESTAS	

Iberoamericana), organismos privados (Diavar, Constructora Subacuática, Instituto de Oceanografía A.C.), así como personas interesadas en el tema (biólogos, oceanógrafos, buzos, fotógrafos, ingenieros y otros). Esta información proporcionó las delimitaciones a las que el proyecto estaría sujeto.

#### 2a fase.

Se elaboró un estudio en el mercado de acuerdo con las necesidades percibidas por cubrir, así como el de la tecnología disponible. Entre las propuestas expuestas a corrección se presentaron las de la caja rígida y blanda, así como una combinación de ambas, evaluándose la rígida como la más adecuada. Seleccionado el tipo de caja se elaboraron varias propuestas con medidas y posibilidades de materiales para su fabricación, paralelamente se investigó el tipo de mercado al que va dirigido el producto, a través del Centro de Investigación Científica y Humanística, proporcionándose información localizada en dependencias y organismos como: Constructora Subacuática Diavar, Compañía Industrial Atlantis, Federación Mexicana de Actividades Subacuáticas. Una vez seleccionado el concepto de diseño se desarrolló el proyecto a nivel de detalle y se dio solución a las diferentes alternativas de cada uno de los elementos que integran la caja, en coordinación con la Unidad Académica de Diseño Industrial.

Posteriormente se identificó el mercado del producto en la Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar, con base al criterio de esta dependencia se determinó el proceso de fabricación adecuado del prototipo. Cada uno de los elementos se desarrollaron en sus aspectos, ergonómicos, funcionales y estéticos, así como su proceso de fabricación material y costo. En este diseño se buscó con la

simpilificación de piezas y su proceso de fabricación, con la finalidad de disminuir el costo y considerando siempre la eficiencia y calidad del producto. Se estructuraron los requerimientos funcionales para la determinación de la cantidad de piezas a diseñar. En este aspecto formal se analizó el objeto con relación a sus materiales, procesos de producción, acabados, uniones y otros.

En su aspecto ergonómico se estudió el producto directamente en su ambiente de trabajo, tomándose fotografías para localizar determinantes de diseño como resultados de observaciones en el uso del producto, escogiéndose las alternativas más adecuadas para su aplicación.

Conviene mencionar que el prototipo inicial, fué elaborado a nivel de modelo funcional, el cual se convirtió posteriormente en prototipo, por las exigencias mismas del proyecto, produciéndose cambios en las soluciones planteadas, al desarrollar las alternativas elegidas se inició la realización del prototipo, previa elaboración de los planos.

### 3a fase.

En esta etapa se consideran aspectos referentes a la producción en serie así como criterios de la integración nacional, al igual que la calidad y especificaciones funcionales.

Se consideró el programa de tesis por sugerencia de la Unidad Académica de Diseño Industrial, el desarrollo del producto a una producción en serie, dirigida a un mercado de mayor demanda, siendo este el de la fotografía deportiva, con las perspectivas en la fabricación de un segundo prototipo. Conviene señalar

que esta etapa en el desarrollo del proyecto se sometió a reconsideraciones posteriores.

Con motivo de pruebas para el proyecto se termoformó una caja submarina, compuesta de dos piezas de acrílico de 6 mm de espesor (máximo espesor para termoformado simple), lo que no funcionó por el adelgazamiento sufrido en la pared del material, lo que implicó la toma de nuevos criterios.

#### 4a fase.

Es la etapa de profundización en el proyecto. Posteriormente se investigó sobre materiales y procesos de producción a través de Ultrapol, S.A., obteniéndose información sobre polímeros, para este mismo fin se recibió asesoría en: Industrias Resistol, Celanese Mexicana, Resinas Mexicanas, Plastiglass, como resultado de dichas investigaciones se elaboró una tabla comparativa de materiales, que incluyen especificaciones y características de los materiales, con la asesoría de la Unidad de Posgrados de Diseño Industrial.

El proceso de fabricación del prototipo fue semindustrial las máquinas utilizadas, son: tornos, fresadoras, sierras, y otros instalados en los talleres de la Unidad Académica de Diseño Industrial, durante el desarrollo del prototipo número dos se corrigieron algunas piezas que por su dificultad de fabricación y su elevado costo provocó su rediseño.

Paralelamente se elaboró una caja de acrílico de 6 mm de espesor la que se introdujo a una profundidad de 8 mts con motivo de elaboración de pruebas de flotabilidad.

Las asas del prototipo fueron diseñadas tomando en cuenta medidas antropométricas tomadas a diferentes personas de diferentes edades. El prototipo num. uno se sujetó a pruebas de inmersión localizándose fallas y eficiencias las que fueron tomadas en cuenta en la

fabricación del segundo prototipo.

La profundización en la información obtenida sobre materiales y procesos proporcionó mayores datos sobre la forma de fabricación del nuevo prototipo, determinándose la homogeneidad del producto en sus diferentes procesos de fabricación, sea industrial o semindustrial.

#### 5a fase.

Terminado el prototipo se elaboraron los esquemas de partes y planos requeridos así como diagramas y especificaciones de los resultados obtenidos a las pruebas finales sujetas al prototipo.

### MEMORIA DESCRIPTIVA

#### Funcionamiento

Es una caja rígida que por su material impide que se transmita la presión ejercida por el agua, así, como esta misma al interior de la caja.

Para su manejo la caja contiene 4 mandos exteriores y a través de ellos se hacen los movimientos requeridos para el funcionamiento de la cámara fotográfica instalada adentro. Estos mandos son los siguientes:

- El que transmite el giro del operador que es logrado por medio de un tornillo sinfin y un engrane o corona que es maquinado en un rodillo, el cual transmite el movimiento rotatorio por medio de una banda plana tipo Oring al giro del obturador del lente.

- El que transmite el movimiento del foco, que funciona de manera similar al anteriormente descrito.

- El del avance del rollo, que funciona por medio de un botón que contiene flecha descentrada en su giro, lo que permite el desplazamiento de la palanca del embobinado de la carrera de la película. Este botón puede disponer en su manejo de varias alturas para funcionar en los diferentes tamaños de las cámaras fotográficas.

- El disparador que a través de un un chicote es accionado desde el exterior de la caja, localizándose éste en una de las áreas de la caja, impermiabilizando con un tubo flexible de plástico transparente, este chicote es atornillado en el disparador de la cámara.

El tamaño de la cámara con relación al botón de avance es controlado por un tornillo que está sujeto a una plataforma o base sobre la cual la cámara fotográfica es sostenida.

Las fotografías son tomadas por medio de un cristal templado de 5 mm de espesor que es montado sobre un anillo y atornillado a la caja.

Para facilidad del enfoque y encuadre de la fotografía la caja submarina cuenta con una mira de aumento universal fijada en la cámara, y con un cuadrante exterior para corrección del paralelaje, además incluye conectores para la introducción del chicote del disparador.

En la base de la caja existen dos manijas las

que pueden ser fijadas por medio de unos tornillos. Estas manijas pueden fijar en su parte superior cajas de flash y exposímetro facilitando su uso dentro de aguas no cristalinas. Su impermeabilidad se consigue por medio de sellos tipo Oring.

#### Capacidad.

La caja estanca es un producto contenedor de cámaras fotográficas reflex de 35 mm para ser introducidas en el agua a una profundidad hasta de 30 m.

El Diseño está condicionado para la mayoría de las cámaras distribuidas en nuestro país, implementándose controles de uso universal para la obtención de esta versatilidad (algunas cámaras con motor no pueden ser introducidas).

La caja puede ser usada tanto de día como de noche por la capacidad de montar en la caja equipo de iluminación submarina. Los lentes que pueden ser introducidos en esta unidad son de 15.8 mm a 50 mm incluyendo lentes micro así como el uso de filtros.

#### Formales

La caja submarina fue diseñada con el tamaño mínimo posible requerido para lograr una mayor maniobrabilidad para la eliminación de la fricción en su desplazamiento, incluyéndose en su manejo la sencillez y facilidad del producto para poder ser operado a una sola mano.

El diseño de baja producción está limitado por su proceso de fabricación y en su presentación comercial en el material, siendo este laminado, por lo que las superficies están condicionadas. A diferencia de la propuesta para buceo deportivo que las formas cilíndricas han sido diseñadas en sus superficies; ya

que las formas redondas son las más recomendables para la distribución de las presiones sobre sus superficies, representando problemas en su sellado por lo que se estudió la implantación de áreas planas (fig.13).

Se estudió la estabilidad del producto dentro del agua. Se desarrolló la integración del producto tanto del ambiente de uso como la semejanza formal a las cámaras fotográficas. Encontrándose así formas orgánicas y cilíndricas para los diferentes elementos de la caja.

#### Ergonomía

Se definió la forma más eficiente para su operación en cuanto a texturas, formas antropométricas y acabados.

Se introdujeron dos tipos de miras para que el usuario obtenga mayor facilidad en la toma de la fotografía, estudiándose así la distancia de 5 cm entre el ojo humano y el visor de la cámara fotográfica y desarrollándose una mira óptica para una mayor legibilidad al tomar el foco de la toma.

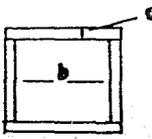
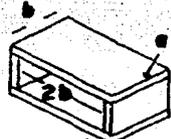
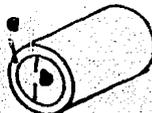
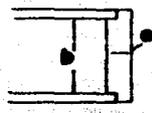
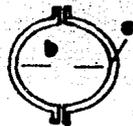
La forma diseñada en el mango fué fabricada en base a criterios obtenidos a través de una encuesta a personas de diferente edad, estatura, peso y sexo, a un modelo promedio para homogenizar los diferentes tipos y tamaños de manos.

El asa es colocada sobre unos aleros dispuestos en la base de la caja que fueron diseñados para una mejor maniobrabilidad.

Los controles del lente fueron colocados al alcance de las manos para una mayor eficiencia en su uso. El disparador es accionado con el dedo pulgar, estando sujeto al mango.

FIG 13

CONSTRUCCION DE  
CAJAS SUBMARINAS

Forma	a:b e=1	a:b a=1	Formula $s = \frac{b^N}{a^n} \times k$		
			n	k	
	1:10	1:5.5	2	0.30	$s = \frac{b^2}{a^2} \times 0.30$
	1:8	1:4	2	0.61	$s = \frac{b^2}{a^2} \times 0.61$
	1:30	1:20	1	0.50	$s = \frac{b}{a} \times 0.50$
	1:3.65	1:3.65	2	.32	$s = \frac{b^2}{a^2} \times .32$
	1:44	1:40	1	.25	$s = \frac{b}{a} \times .250$

donde S es Presion psi

A Espesor

B Longitud

N Variacion acuerdo sup. aplicado

K Constante de sup.

Todos los controles mencionados están diseñados tomando en cuenta las medidas antropométricas y las condiciones estandarizadas a las que están sujetos los diferentes materiales empleados (fig.14).

#### Procesos y Materiales

La caja submarina está fabricada casi en su totalidad en materiales plásticos por la gran versatilidad de características y cualidades que se adecúan al producto.

La caja es fabricada en acrílico de 10 mm de espesor, utilizando un proceso semindustrial.

Los materiales seleccionados fueron sujetos a una evaluación previa, tomando en cuenta sus características y cualidades para determinar los que se utilizarían en el proyecto.

Para una mediana producción la caja será fabricada a través de procesos industriales de producción en serie, diseñándose moldes según las necesidades, así como el herramental requerido.

#### Estética

Se buscó el diseño de un producto limpio y sencillo en sus elementos; no obstante la complicación de estos en la mayoría de los productos que existen en el mercado en los Estados Unidos de Norteamérica.

Tomando en cuenta la necesaria eliminación de reflejos dentro de la cámara, y la integración formal del producto a la cámara, los elementos se diseñaron en color negro mate. Esta integración se realizó por medio de círculos y radios para una estabilidad y estética del producto en todos sus elementos, lográndose un contraste con los elementos negros y el



FIG 14

	Vista frente	Vista base	Perspective
<b>Esfera</b>			
<b>Cilindro</b>			
<b>Cubo</b>			
<b>de Contorno</b>			

FORMAS DE  
CAJAS SUBMARINAS

color transparente de la caja para la definición formal del producto.

### ERGONOMIA

Para la realización del proyecto, fue necesario el estudio de algunas partes del cuerpo, como son, la posición de la mano, brazo, dedos, rango de giro de la cabeza, ángulo de visión. Esto con el objeto de crear un diseño funcional, considerando el medio en el cual este es utilizado, así como también los aspectos de hidrostática (cantidad de masa por aceleración), para observar de que manera el objeto puede ser transportado bajo el agua. Se observó su capacidad de inmovilización necesaria en la toma fotográfica, para esto, su flotabilidad y forma son de radical importancia. Es de señalarse que la forma más adaptada para la resistencia a la presión, es la esférica, pero para el desplazamiento bajo el agua es la elíptica, por ello la forma idónea es la forma que se aproxima a la de los peces. Los elementos de la caja fueron diseñados tomando en cuenta su ergonomía, función, material (presentación comercial), proceso, costo, acabado y estética. El material seleccionado es de estructura rugosa para la elaboración de los mandos y partes de transmisión, color negro para la absorción de posibles reflejos, su forma cilíndrica adaptada a las condiciones antropométricas de la mano, así como al criterio de adquisición a su presentación comercial. Para su unificación formal, se concretó a realizar piezas análogas. Dentro de las ventajas que proporciona un material cristalino plástico, es la facilidad de su manejo en cuanto al uso específico del diseño; a la localización de fugas a través del tiempo, su posibilidad de procesado y su costo, que son las principales bases para la elección del material.

## MATERIALES, PROCESOS Y COSTO DE PRODUCCION

## Selección de materiales

En coordinación con la Unidad de Posgrado de Diseño Industrial, se elaboró una tabla descriptiva de materiales plásticos, donde se incluyeron aquellos que podrían intervenir en el proyecto, fueron registrados 15 plásticos con un total de 32 tipos diferentes. Es necesario precisar que este trabajo fue realizado en colaboración con otro proyecto de tesis, por lo que solamente 7 de los plásticos son inherentes al proyecto.

De manera comparativa, fueron registrados y evaluados estos materiales, seleccionándose aquellos que más se adecuan a las necesidades de diseño.

Se desarrollaron criterios de unificación de materiales, con el objeto de estandarizar procesos de producción para bajar o reducir el costo; por otra parte utilizar menos proveedores.

Las cajas submarinas rígidas existentes en el mercado extranjero responden a dos diferentes necesidades de uso, en cuanto a la profundidad alcanzada: son fabricadas con materiales plásticos y metálicos, siendo estas últimas para inmersiones mayores de 40 m.; mientras que las cajas de plástico, su promedio de uso es de 20 a 25 m. de profundidad, aunque con mayor capacidad de inmersión.

Entre las ventajas que existen para la fabricación de la caja en materiales plásticos, se puede mencionar las siguientes: de menor precio, mayor ligereza, con características anticorrosivas y variedad en sus procesos de transformación y estabilidad dimensional.

Para seleccionar el material se

tomaron en cuenta, las siguientes condiciones y factores:

- Propiedades de los materiales, acorde con las exigencias del diseño.
- Disponibilidad en el mercado nacional.
- Procesos de producción establecidos.
- Precio del material.
- Aplicaciones registradas.
- Propiedades de transformación, al ser sujetos a producción.
- Conocimiento del material por la mano de obra.
- Costo del producto fabricado.
- Demanda estimada.
- Calidad de los materiales utilizados.
- Tecnología y conocimiento disponible.

Con base a lo anterior se desarrolló el análisis de los plásticos requeridos. A continuación se mencionan las partes y piezas que integran la caja submarina, relacionadas con las características que debe cubrir el material a seleccionar:

**Caja acuática:**

- Transparencia.
- Resistencia a la presión.
- Aislamiento térmico.
- Propiedades dieléctricas.
- Resistencia al impacto.
- Resistencia a la salinidad y corrosión.
- Impenetrabilidad de la luz ultravioleta.

- Baja absorción al agua.
- Disponibilidad en el mercado.
- Resistencia a la compresión.
- Precio accesible.

Mandos, broches, ventanillas y miras:

- Resistencia a la corrosión.
- Autolubricación.
- Resistencia dieléctrica.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a la luz ultravioleta.
- Resistencia a la compresión.
- Baja absorción de agua.
- Disponibilidad en el mercado.
- Presentación comercial.
- Precio adecuado.

Manijas.

- Esfuerzo de tensión.
- Resistencia a la deformación por flexión.
- Resistencia a la salinidad.
- Resistencia térmica.
- Impenetrabilidad de los rayos ultravioletas.
- Disponibilidad en el mercado.

Ejes y pernos:

- Resistencia a la deformación por flexión.
- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la torsión.
- Resistencia térmica.
- Resistencia a la corrosión.
- Disponibilidad en el mercado.

A continuación se presentan los materiales alternativos, los cuales están disponibles en el

mercado. Sin tomar en cuenta que, estos a su vez, pueden ser susceptibles de nuevas formulaciones, mediante la adición de plastificantes, estabilizadores, antioxidantes y otros, cambiando así sus características y propiedades. El análisis para llegar a establecer estos materiales como los más adecuados están en el apéndice.

#### Caja submarina.

Acrílico. Polimetacrilato de metilo.

Su precio en el mercado es menor que el de los policarbonatos y SAN 21, su procedencia es nacional y su costo de procesamiento en inyección es menor. Su resistencia a la tensión es de 748 kg sobre cm cuadrado, en comparación con el Lexan que es de 641 kg sobre cm cuadrado, así como su resistencia a la flexión es mayor, lo que le caracteriza como un material más rígido que flexible, por lo que su resistencia al impacto es menor que la del Lexan. Tan necesaria para las condiciones de uso al que se someterá el producto. Su dureza similar a la del cobre y latón, con resistencia a la intemperie y a la corrosión, pero por debajo de la capacidad de los policarbonatos. Su transparencia es semejante a la resina K y los policarbonatos.

Lexan. Policarbonato.

El Lexan al igual que el acrílico, es un material que se ha utilizado en la fabricación de cajas submarinas lo que es antecedente de consideración. Este material es de importación, distribuido en México y con un precio mayor que el del acrílico, SAN 21 y resina K, entre otros. Su presentación comercial es de pellets (granulada). Posee un menor módulo de elasticidad que el acrílico, lo que lo caracteriza como

un material que soporta mayores presiones bajo el agua. Esta estabilizado a la luz ultravioleta.

#### SAN 21. Acrilonitilo estireno.

Tiene una magnífica apariencia y brillo, su precio es mayor que el acrílico y de transparencia similar, su índice de fluidez menor, y mayor temperatura de moldeo. Su resistencia a la compresión es de 1212 a 1283 kg. sobre cm. cuadrado del acrílico. Tiene una resistencia a la flexión mayor al antes mencionado. Su módulo de elasticidad en compresión es mayor que el del Lexan, por lo que el material es más rígido y tendrá menor resistencia al impacto, incluyéndose también el Cristacel. Tiene gran resistencia química y estabilidad térmica. El SAN 21 puede estabilizarse a la luz ultravioleta.

#### Elementos de la Caja

##### Celcon. Resina Acetálica.

Tiene estabilidad superior a temperaturas elevadas, posee altas propiedades mecánicas, siendo su resistencia a la compresión de 1125 kg. sobre cm. cuadrado, ~~100~~ gr menor que el acrílico y con una resistencia a la flexión similar a la del policarbonato. Es un material con un bajo coeficiente de fricción, de excelente brillo y acabado superficial. Posee una temperatura de flexión a 264 psi, arriba del Rilsan y semejante al Resilan, pero menor al Nylon. Su precio es menor que el Rilsan y Resilan.

##### Rilsan.

Es un nylon de importación de costo elevado con una resistencia a la compresión menor que la del Celcon, su resistencia al impacto es mayor y menor su

flexión por ser un material más duro. Su temperatura de servicio es menor que el Nylamid con resistencia a la fatiga superior a los policarbonatos.

#### Nylamid. Nylon.

Es un material que viene en una gran variedad de presentaciones comerciales, con propiedades mecánicas superiores al Celcon y al Rilsan, su procedencia es nacional, su temperatura de servicio semejante a la del Resilan, su resistencia al impacto superior al bronce y al teflón, su resistencia a la tensión es inferior al Resilan, su resistencia a la compresión es menor que la del Celcon, este material es autolubrificante.

### PROCESOS DE PRODUCCION Y COSTOS

Para identificar el proceso de producción más adecuado es necesario relacionar los diferentes procesos alternativos con los materiales seleccionados, con base a su presentación comercial, costo de estos así como de su proceso de transformación y demanda a la cual va dirigido el producto, así como el empleo de procesos secundarios (termoformado, maquinado, elaboración de escantillones y otros).

Estos procesos influyen también directamente en la forma estructural del diseño ya que por medio de este es establecida la forma, utilizando esta y no solo el material para dar rigidez y estructura al diseño. Cada proceso exige características propias dentro de la forma del diseño por lo que las propuestas dependerán del proceso, presentándose en algunos casos, como son en inyección y fundición, como moldeadores de formas más orgánicas asemejándose al contexto marino en cuanto

a apariencia y adecuándose a la estructuración de la superficie, para una mejor distribución de las fuerzas que ejercen sobre la caja. Los procesos de producción seleccionados aparecen a continuación. Los procesos que fueron sometidos a estudio están registrados en el apéndice.

#### Semindustrial.

El acrílico laminado es cortado, doblado con escantillón y pegado con Ad cril 3, lo que no garantiza un perfecto sellado por lo que se hace necesario una etapa de prueba a la unidad terminada. Las piezas de la caja se realizarán por medio del maquinado, proceso mediante el cual la dimensión de la pieza es realizada a través de la eliminación del material con herramienta de corte.

Este fué el proceso escogido para la fabricación del prototipo lo que el maquinado incrementa el precio, lo que puede ser redituable con una producción considerable. El costo de la caja es aproximadamente de \$50,000.00 de material empleado en el prototipo (feb. 87).

#### Fundición en Arena.

Este proceso, no exige una inversión muy elevada. Es recomendable para explorar el mercado interno y preparar, con base a la experiencia obtenida, la exportación posterior del producto. Este proceso nos ayuda a que la forma de la caja, sea más orgánica y redonda, siendo mejor su estructuración al conservar el espesor de la pared, aumentado su uso a mayores profundidades.

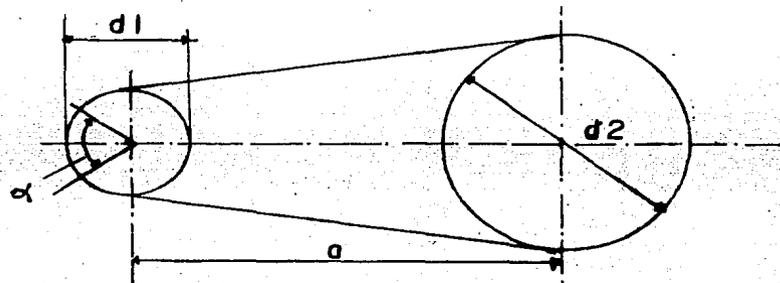
El costo estimado se encuentra identificado directamente con el precio del material, ya que el maquinado de la pieza es no mayor del 40% del costo del

material empleado, el aluminio cuesta \$4,900.00 el kg pesando 2.56 kg el litro. La caja pesa 5 kg, que utilizaría dos litros, por lo que su costo sería de \$34,500.00. En el caso de la fundición en bronce su costo es de \$4,000.00 el kg. pero con un peso de 8.85 kg el litro por lo que tendrá un costo muy elevado así como su mismo peso. Este material puede ser utilizado en las manijas de la caja. Los datos anteriores son sin tomar en cuenta el costo de los moldes y de los corazones.

#### Estructura Técnica.

La realización de la idea de una caja submarina, para cámaras fotográficas, se desarrollo de la siguiente manera: una protección que transmitiera los movimientos desde el exterior al interior de la caja, esto se logra al seleccionar un material que nos aisle completamente la cámara siendo este el polimero de Metil Metacrilato, en su presentación comercial laminada, donde son introducidos los mandos que además de transmitir el movimiento necesitaban funcionar como sujetadores de sellos, para la necesaria impermeabilización del interior de la unidad, utilizándose en este caso un material de la familia de las poliamidas, conocido como Nylamid. Una flecha de latón es la que transmite el movimiento a un rodillo, localizándose transmisiones por engrane en contacto directo (dientes y sin fin) y transmisiones por rozamiento, con enlace flexible (por correa o banda) guardándose una proporción de nueve a uno; esto debido a la necesidad de control sobre la exactitud del foco, así como la presentación comercial del engrane y el tamaño de los botones con relación a la mano. Se recomienda que en la transmisión por el tramo superior sea el conductor y el inferior el conducido, existe el cálculo idóneo para el ángulo de abrazado sobre el rodillo (cuadro).

ESQUEMA DE TRANSMISIÓN



ÁNGULO ABRAZADO POR LA CORREA  
SOBRE LA POLEA PEQUEÑA

$$\alpha = 180^\circ - \frac{d_2 - d_1}{a} 60^\circ$$

LONGITUD GEOMÉTRICA DE LA CORREA  
(SIN CONTAR EL TENSADO NI EL PANDEO)

$$L = 2a + \frac{\pi}{2} (d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$$


Para que el sinfín tenga un trabajo adecuado tiene que formar entre el tornillo y la rueda un par de antifricción, este requisito se asegura al emplear materiales de distintos géneros, sea metal y plástico. Otros movimientos empleados son los que corresponden al avance de la película y al disparador, el primero se obtiene por medio de una palanca descentrada con respecto a su línea de accionamiento y su punto de giro, teniendo movimiento ascendente para su posibilidad de adaptación a diferentes alturas, esta palanca también puede accionar al disparador, si este es localizado en esa zona. El que corresponde al disparador es un cable que transmite los movimientos a un punto de presión accionado por un resorte, después de hecho el disparo, esta envuelto en una tubería de PVC transparente.

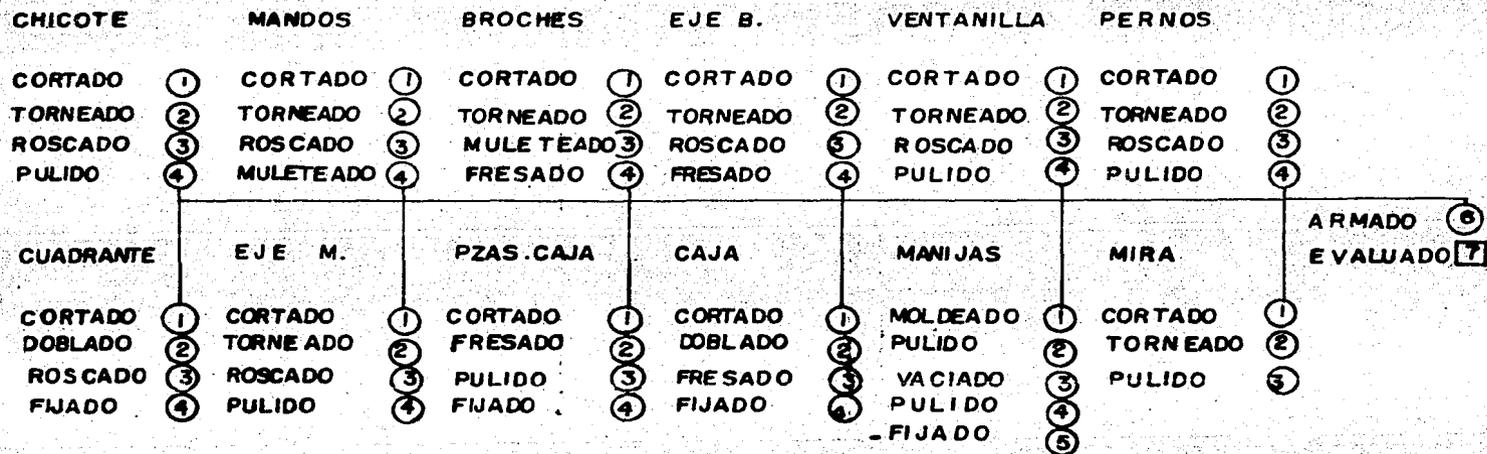
Los botones que producen el cerrado de la caja son de nylon, de forma cilíndrica, los cuales por medio de una leva y un perno ajustan el cierre a presión. Existen otros elementos de nylon como son la mira de la caja y mirilla de la cámara.

Las manijas de la caja tienen posibilidad de fabricación en Celcon o también a base de un tubo de aluminio y un forro de neopreno.

Otros elementos son el cuadrante de paralelaje de latón, y la base de acrílico con forro para una mayor fricción.

A continuación señalamos el proceso de fabricación del prototipo: (tabla de ensamble)

## DIAGRAMA DE FABRICACION Y MONTAJE



-FIJADO es introducida una pza. roscada

		CAJA SUBMARINA	
		PROTOTIPO	

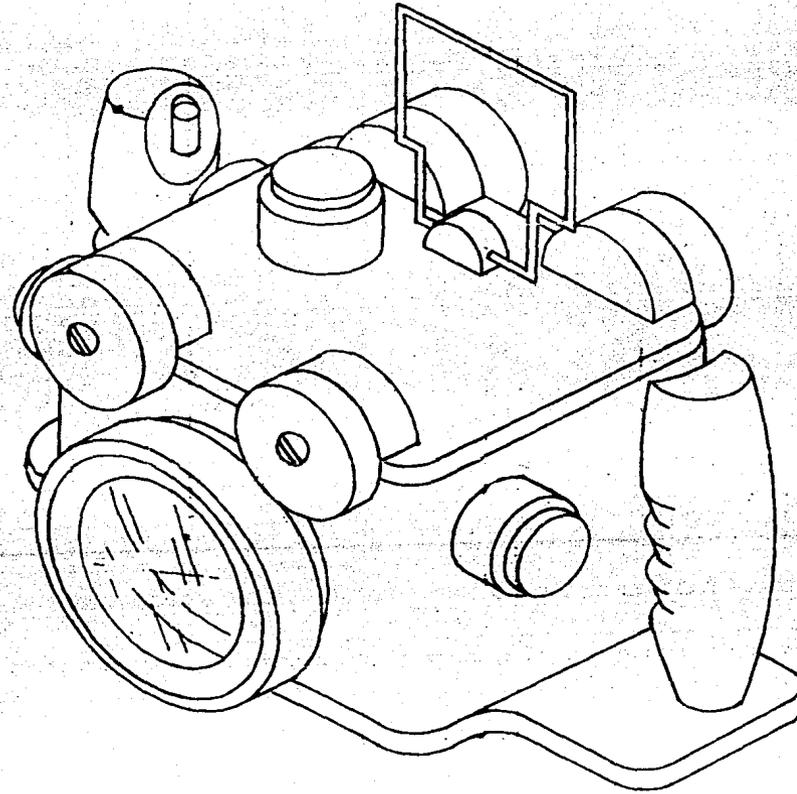
COSTO DEL PROTOTIPO.

	Fecha Feb. 87
Costo de Materiales	
Botones de mandos y transmisiones	
Nylon negro autolubricante	12,000.00
Botones de Broche	
Nylon Blanco	3,000.00
Porta Vidrio	
Nylon blanco	2,000.00
Caja Submarina	
Acrilico	15,000.00
Barra sin Fin	
Latón	2,500.00
Ejes de Broche	
Acero Inoxidable	2,500.00
Cuadrante y flechas	
Soldadura latón	600.00
Manijas	
Resina Poliester	5,435.00
Cristal templado	3,000.00
Disparador	7,000.00
Orings	2,400.00
	<hr/>
total	\$ 55,435.00

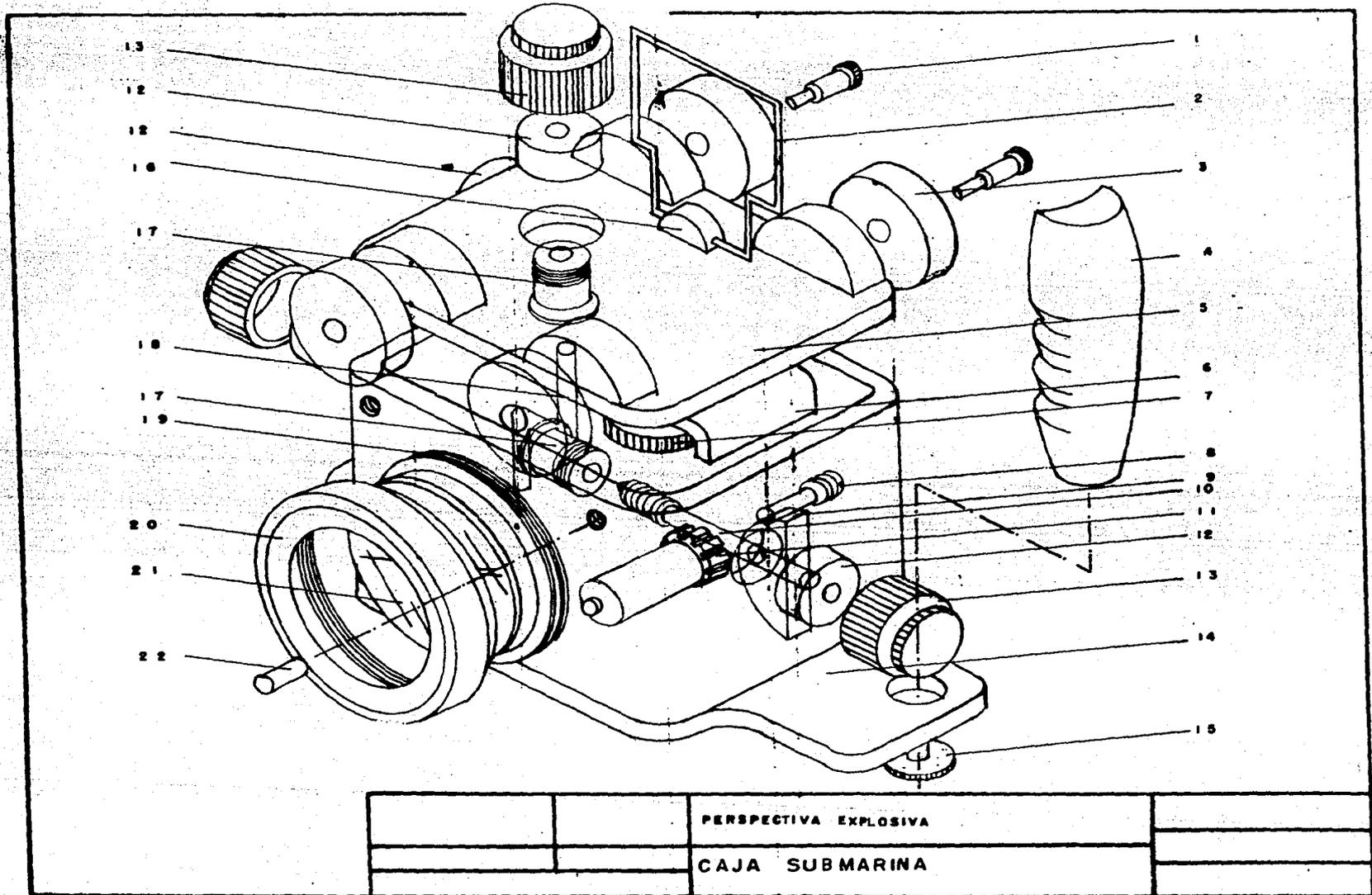


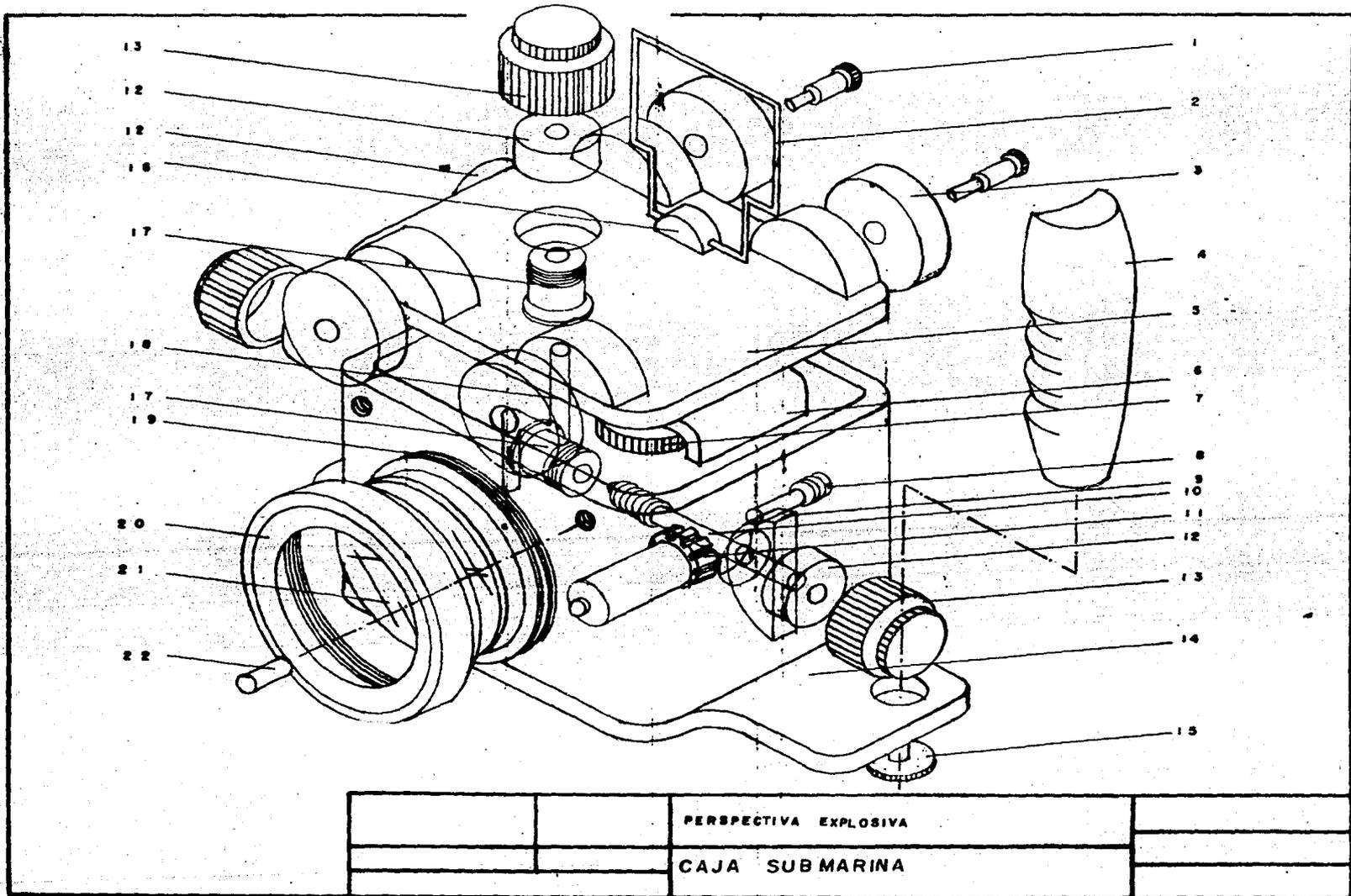
Costos de fabricación

	Costo	Proporción
Pegamento	10,000.00	200.00
Escantillon para doblado		250.00
Goma laca		1,400.00
Alcohol		900.00
Yeso para molde		2,000.00
Costo de doblado		5,000.00
	total	18,750.00
	Proporción	8,750.00
TOTAL GENERAL	64,185.00	



		PERSPECTIVA	
		CAJA SUBMARINA	

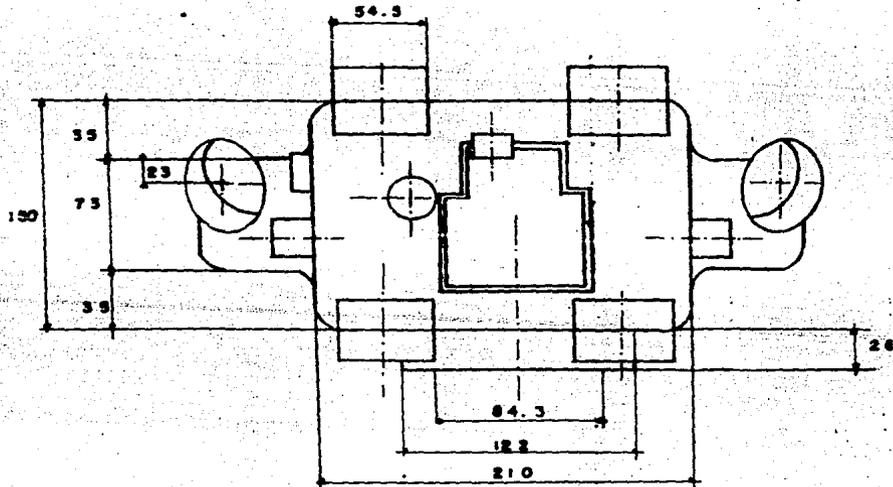
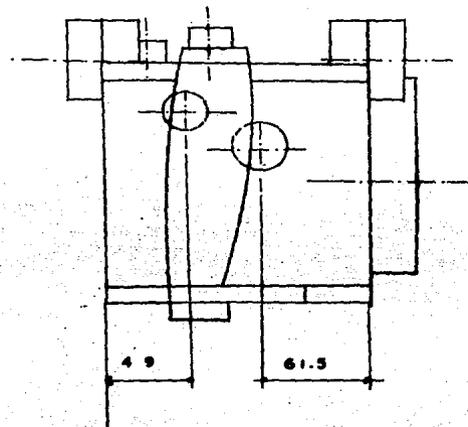
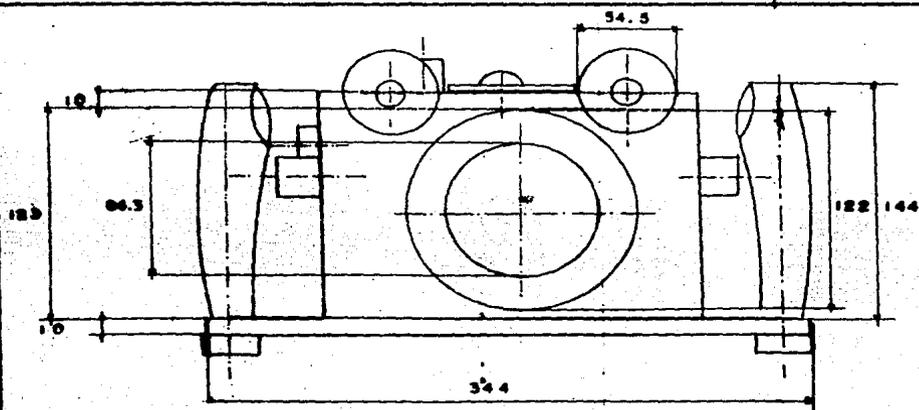




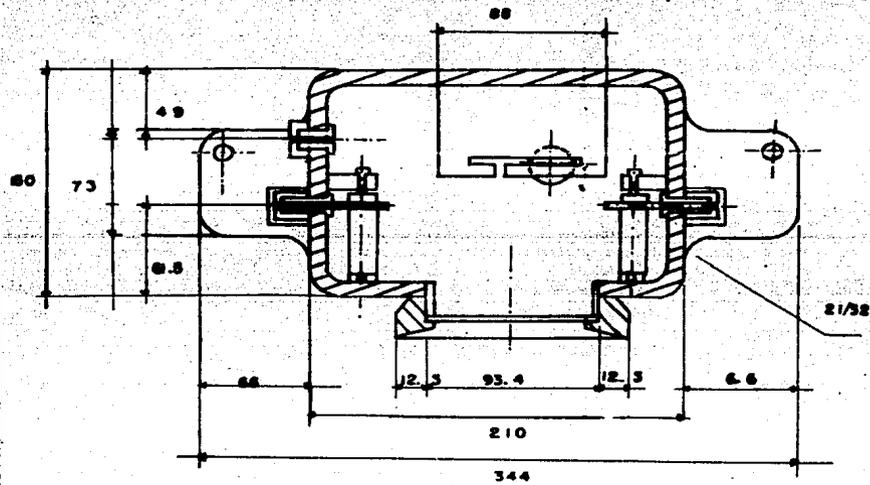
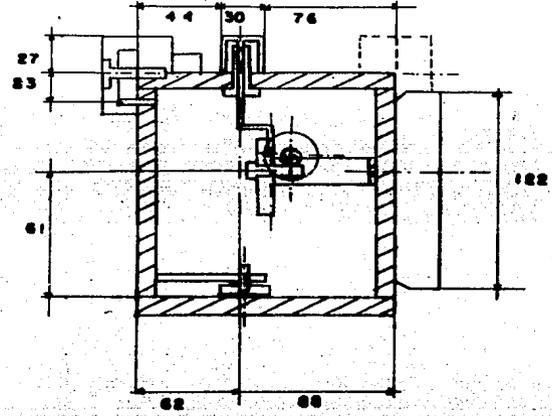
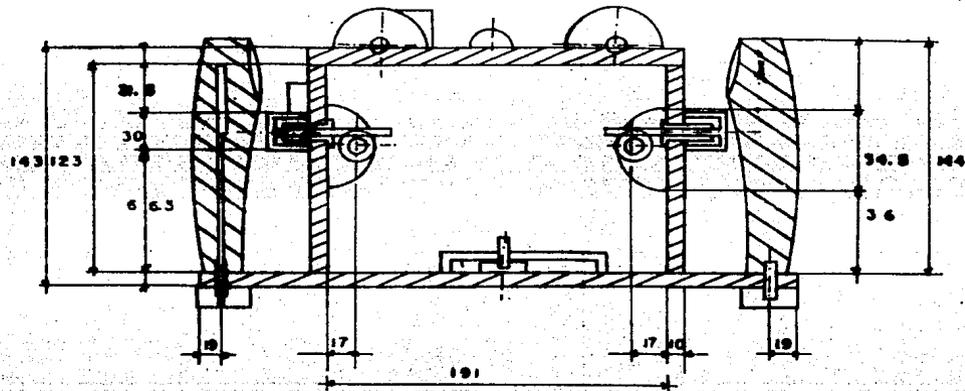
PERSPECTIVA EXPLOSIVA

CAJA SUBMARINA

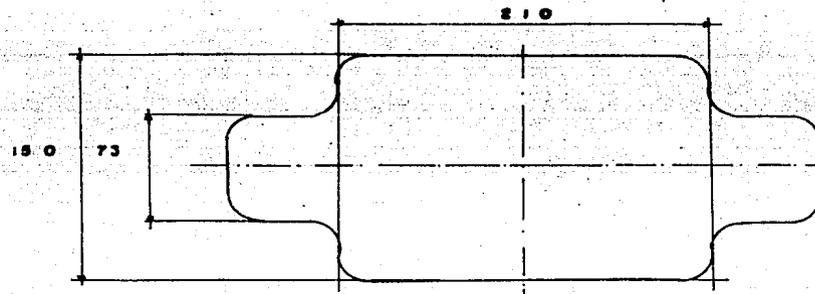
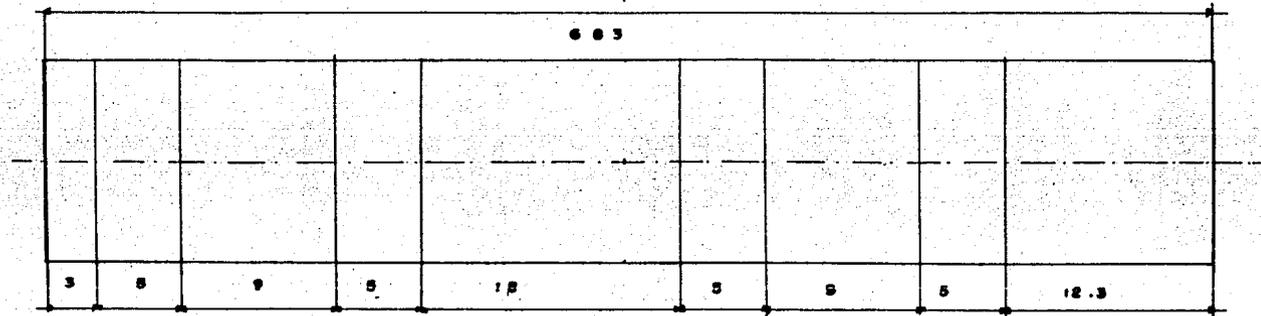
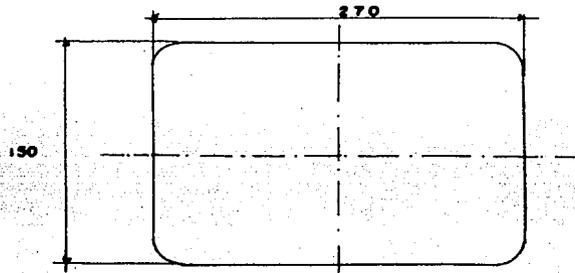
PZS.	DENOMINACION	POS.	MAT. PRIMA	DIMENSION
4	EJE DE BROCHE	1	ACERO INOXIDABLE	ESPECIFICADO EN PLANOS
1	CUADRANTE	2	LATON	
4	BROCHE	3	NYLON	
2	MANIJA	4	R. POLIESTER G/F.V.	
1	TAPA	5	ACRILICO	
1	BASE	6	ACRILICO	
1	TORNILLO DE SUJECION	7	ACERO-LATON-NYLON.	
4	EJE DE RODILLO	8	NYLON	
2	RODILLO ANCLAJE	9	ACRILICO	
2	EJE SIN FIN	10	LATON	
2	RODILLO	11	NYLON	
4	EJE DE PERILLA	12	NYLON	
3	PERILLA	13	NYLON	
1	CAJA	14	ACRILICO	
2	TORNILLO DE MANIJA	15	LATON-NYLON	
1	BASE DE CUADRANTE	16	ACRILICO	
3	EJE DE FLECHA	17	LATON	
1	FLECHA DE AVANCE PELICULA	18	LATON	
1	PORTA MIRA	19	ACRILICO	
1	MIRA	20	NYLON	
1	CRISTAL TEMPLADO	21	VIDRIO	
4	PERNO DE CIERRE	22	LATON	



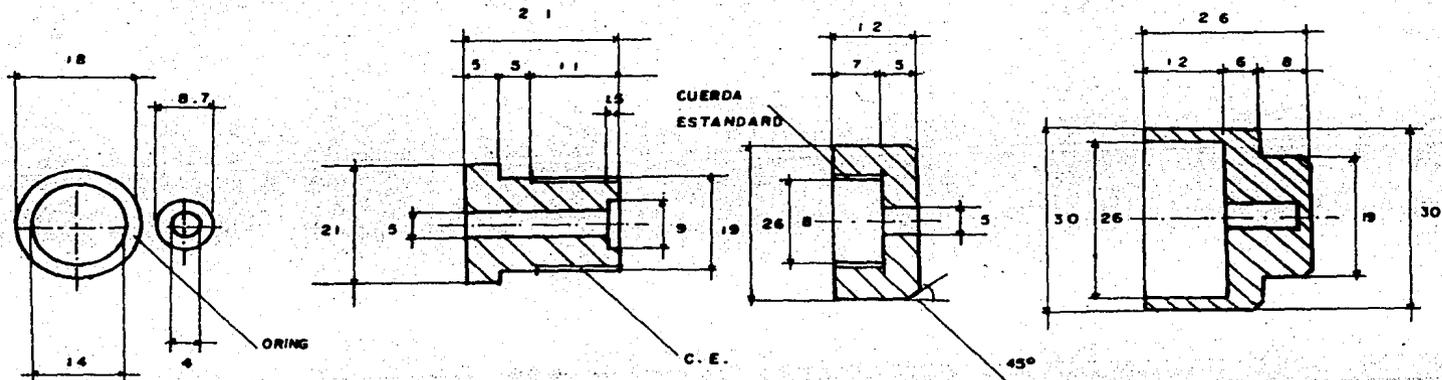
	ESCALA 1:4	VISTAS	
	ACOT. MM	CAJA SUBMARINA	



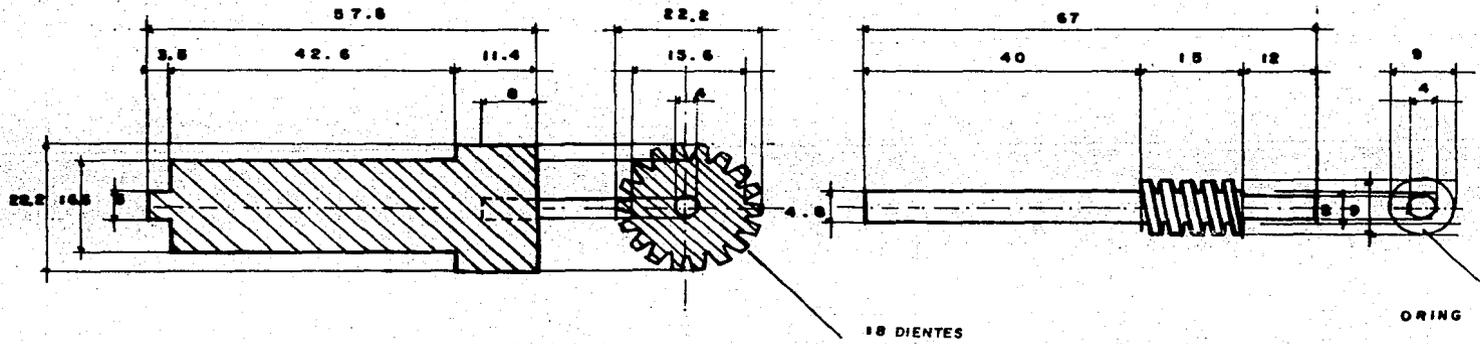
	ESCALA 1=4	CORTES	
	ACOT. MM	CAJA SUBMARINA	



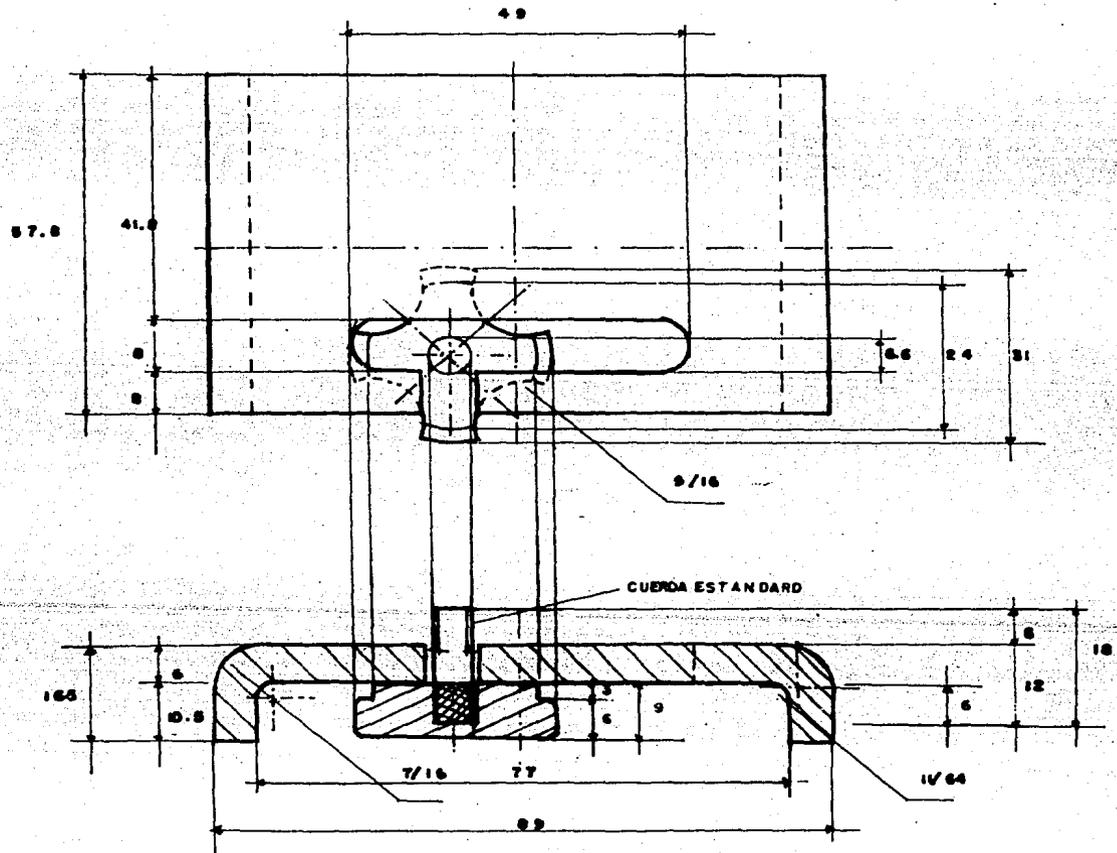
	ESCALA 1 = 4	DESARROLLO	
	ACOT. MM	CAJA SUBMARINA	
MATERIAL ACRILICO			



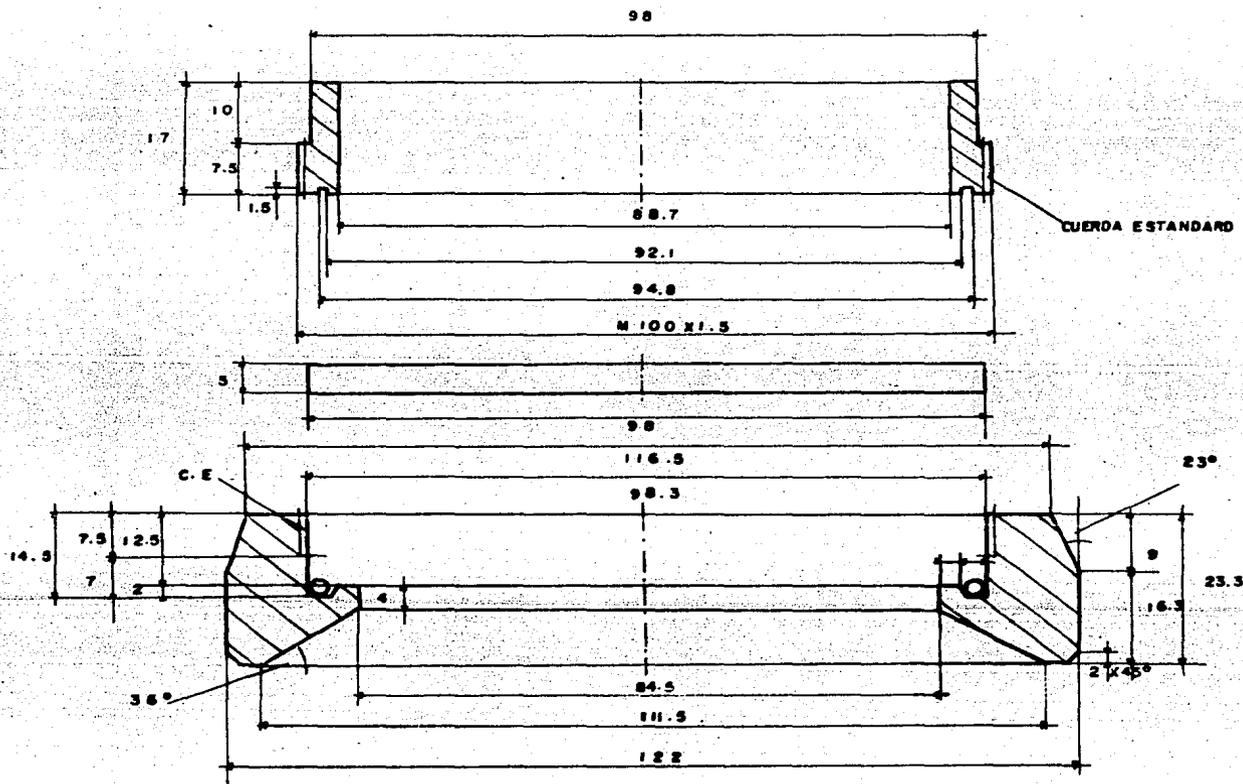
	ESCALA: 1:1	CORTES	
	ACOT = M.M	PERILLA	



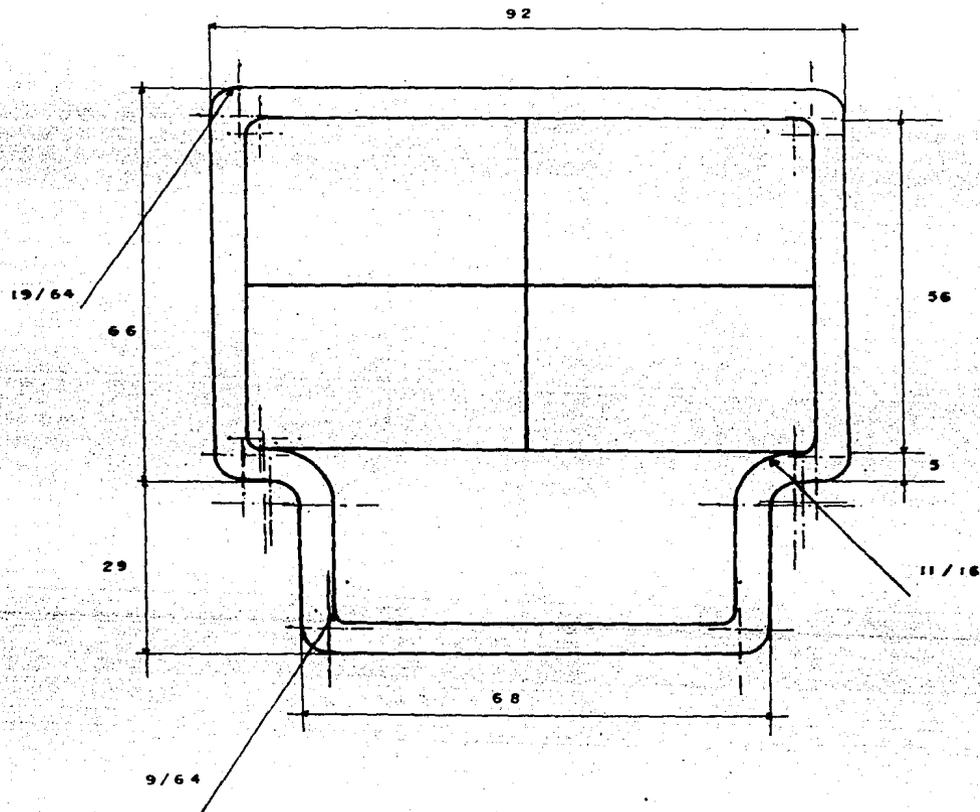
		CORTES	
		RODILLO	



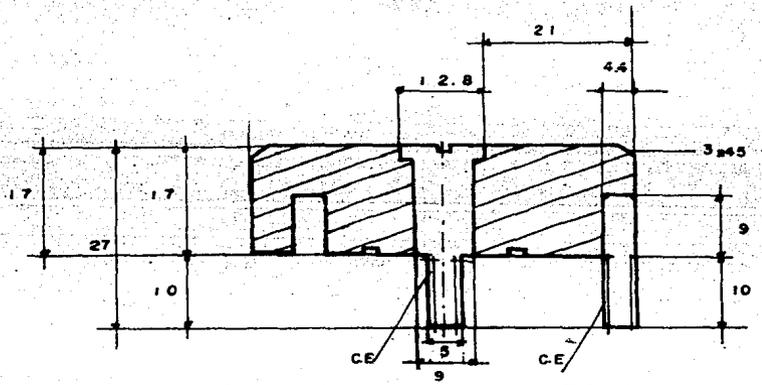
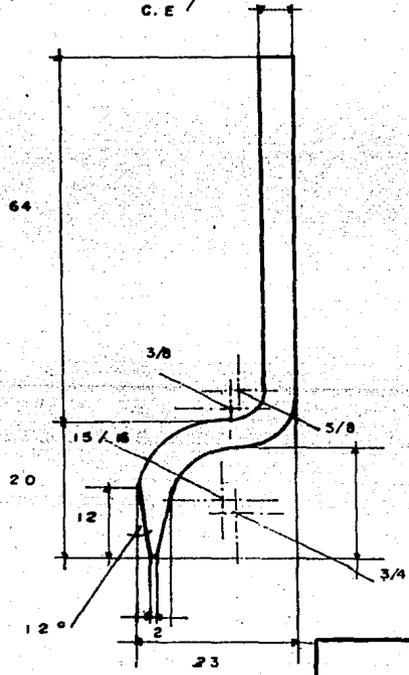
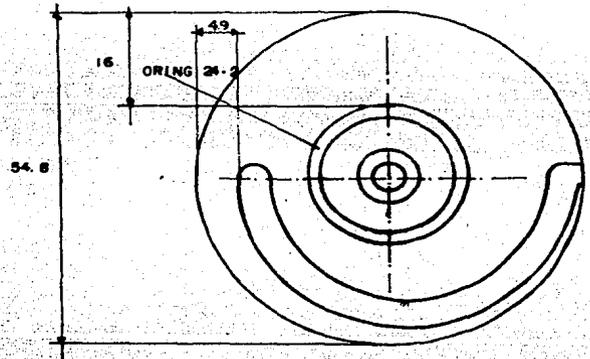
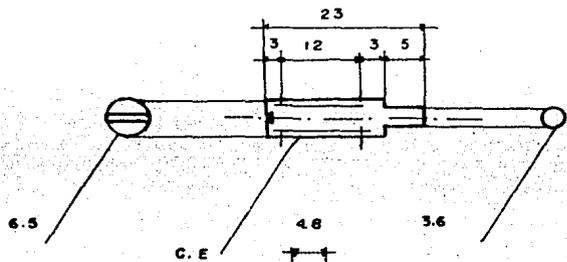
		CORTES	
		BASE	



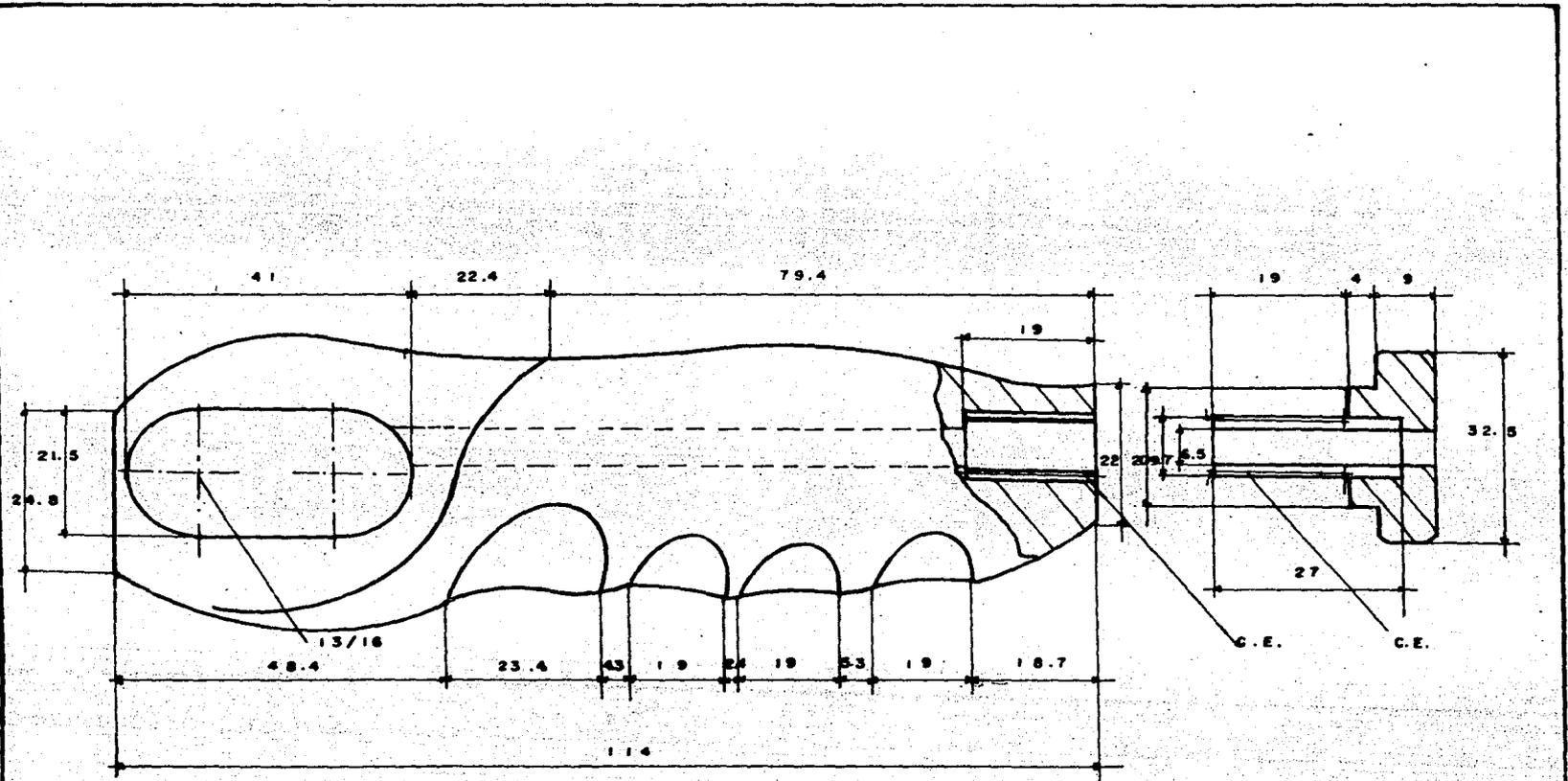
		CORTES	
		MIRA	
		VENTANILLA	



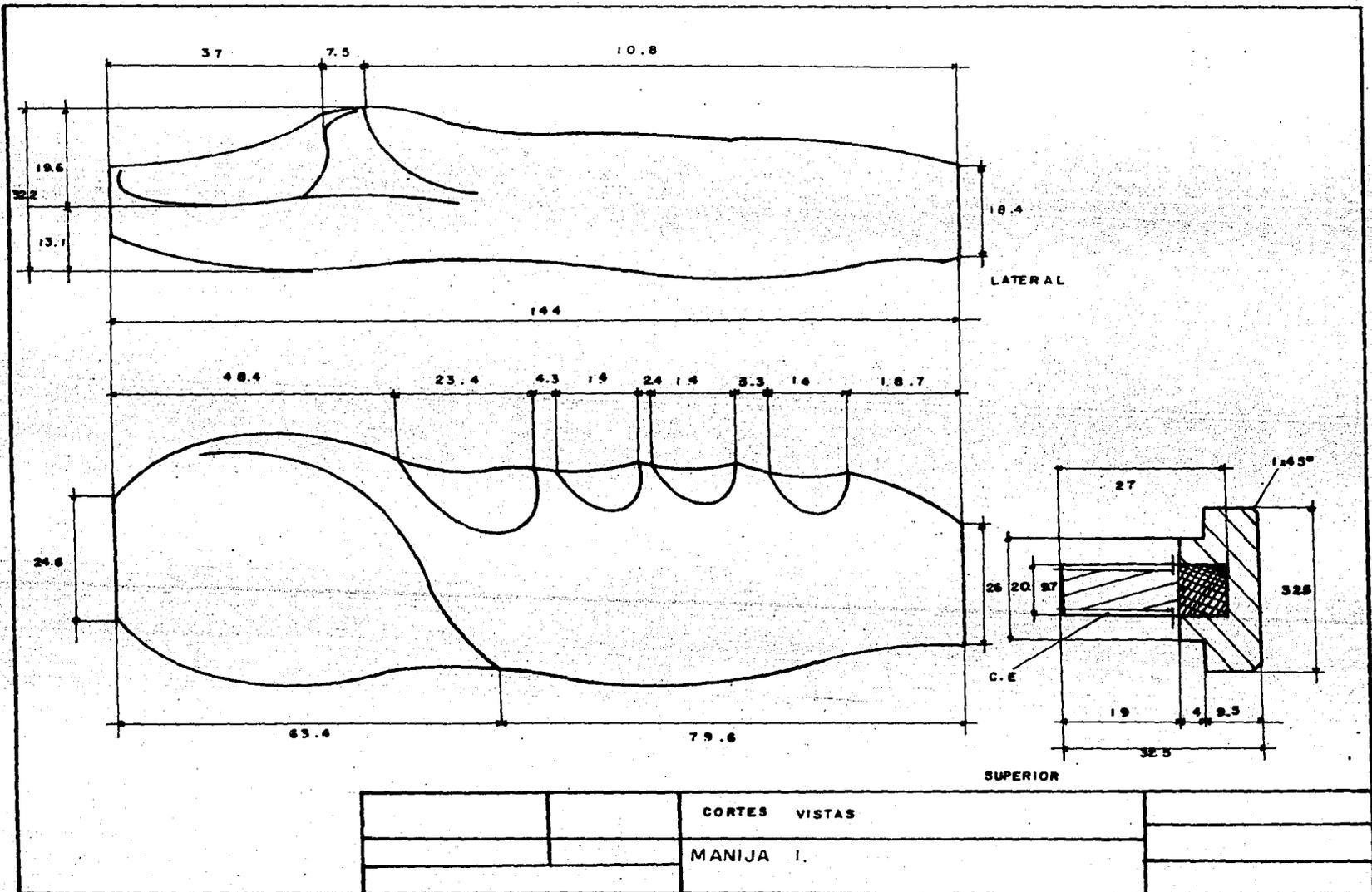
		VISTAS	
		CU ADRANTE	

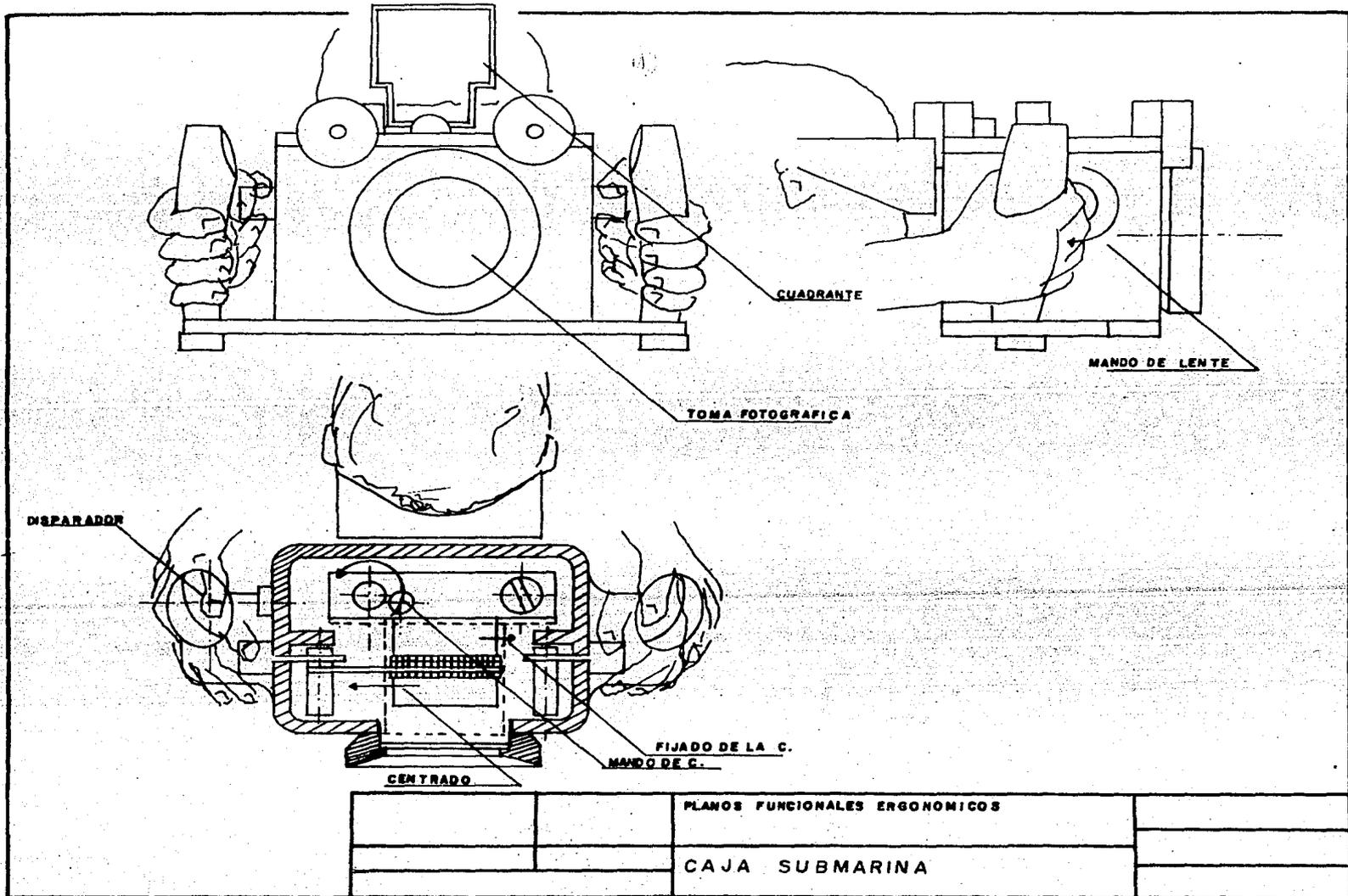


		CORTES VISTAS	
		BROCHE	
		FLECHA PERNO	



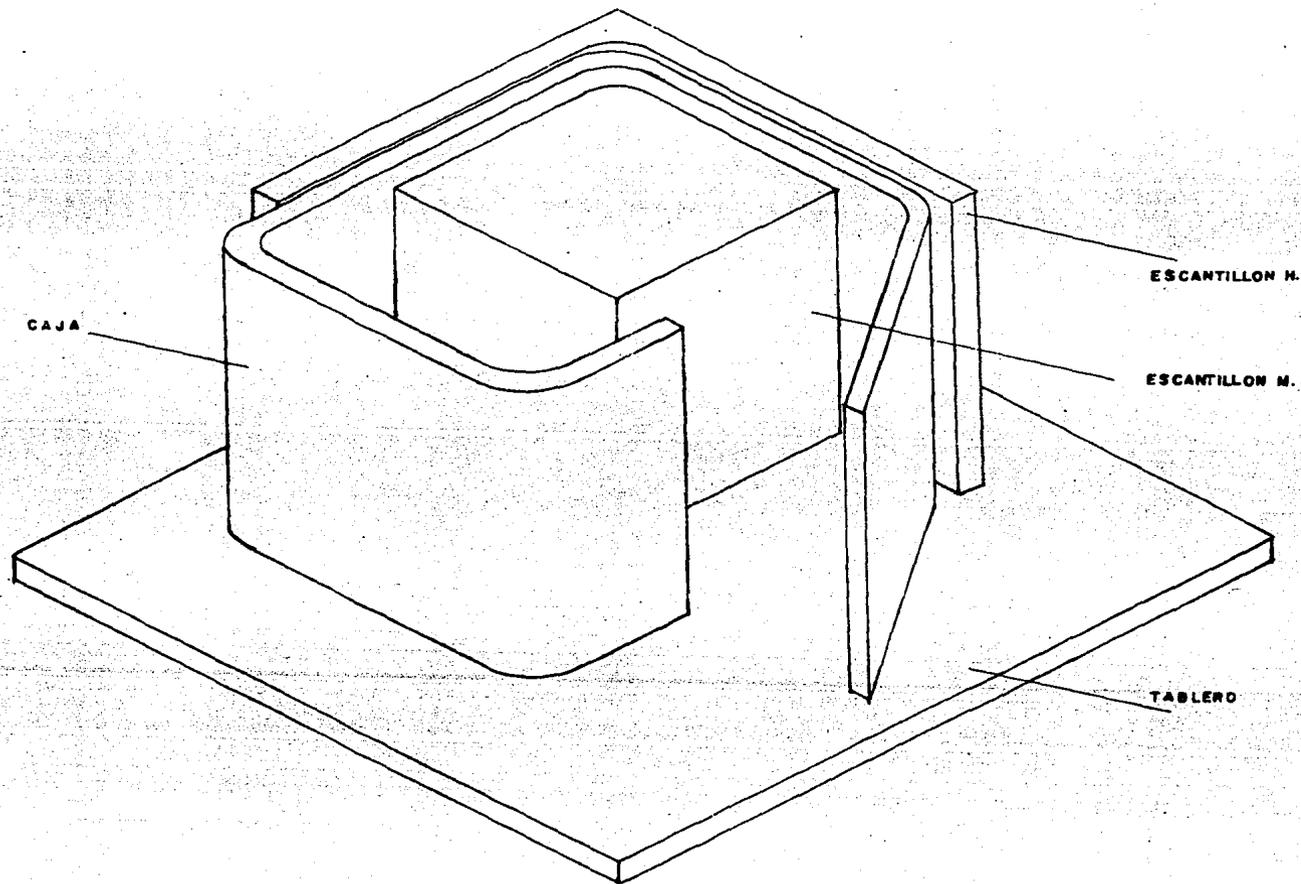
		CORTES VISTAS	
		MANJA D.	



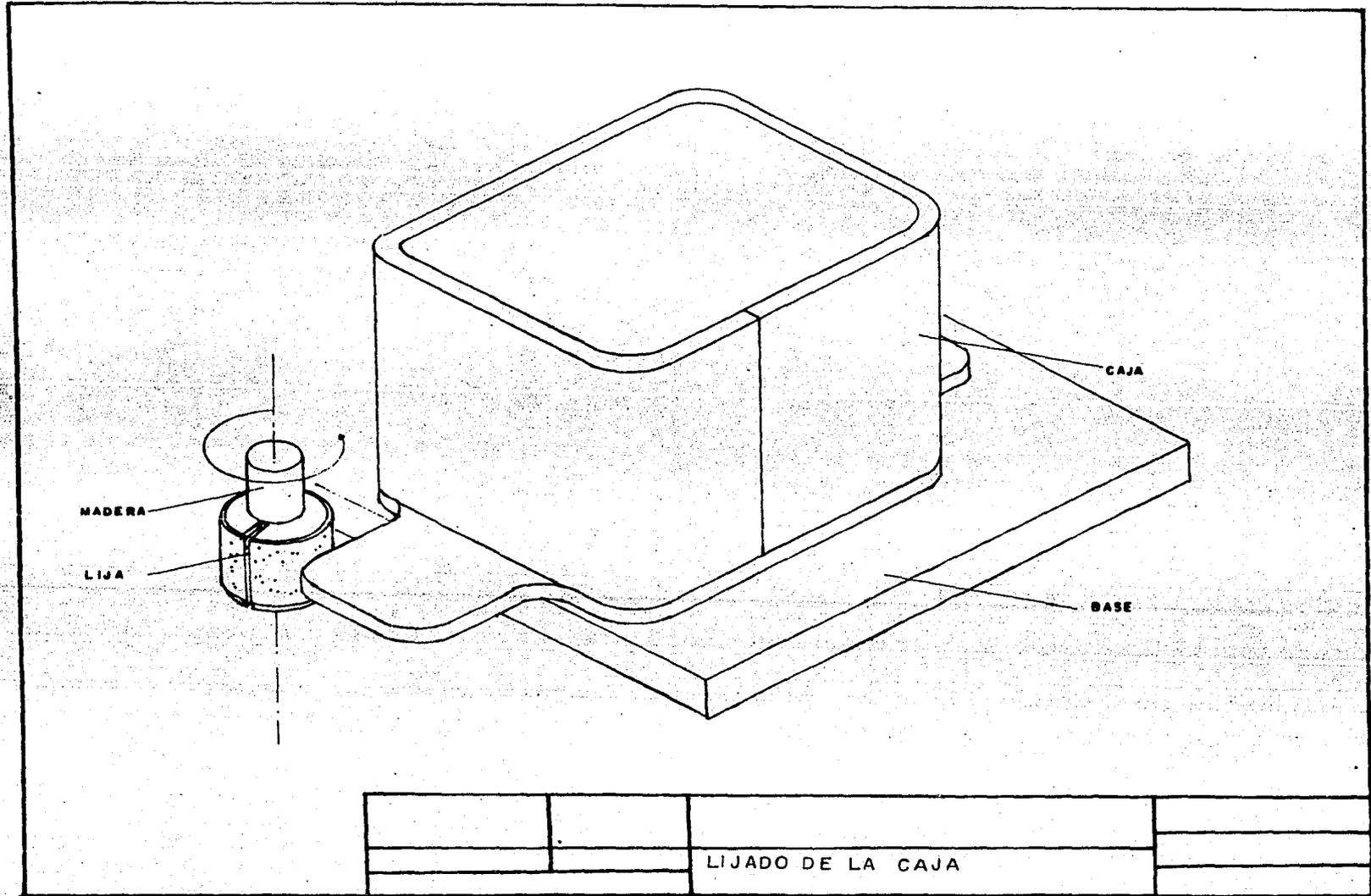


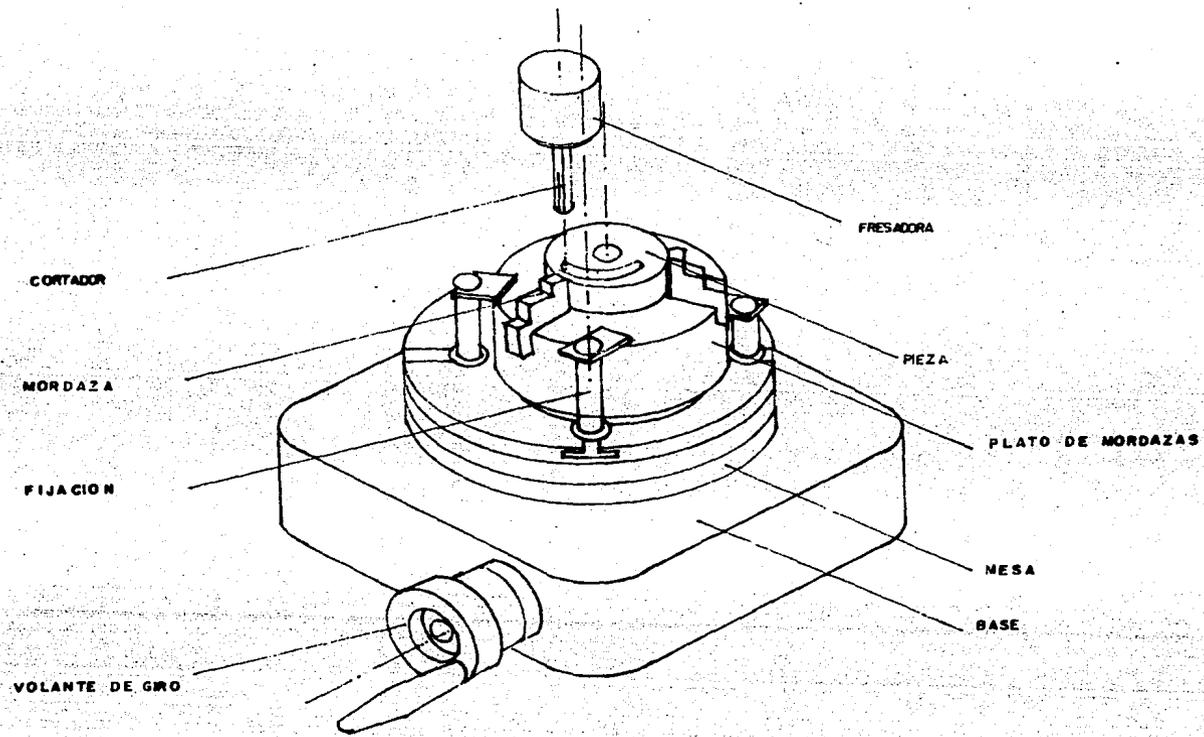
PLANOS FUNCIONALES ERGONOMICOS

CAJA SUBMARINA



		DOBLADO DE LA CAJA	





		MESA ROTATORIA	
		MAQUINADO DE BROCHE	

TALADRO  
PRESADORA

CORTADOR

MORDAZA FIJA

CAJA S.

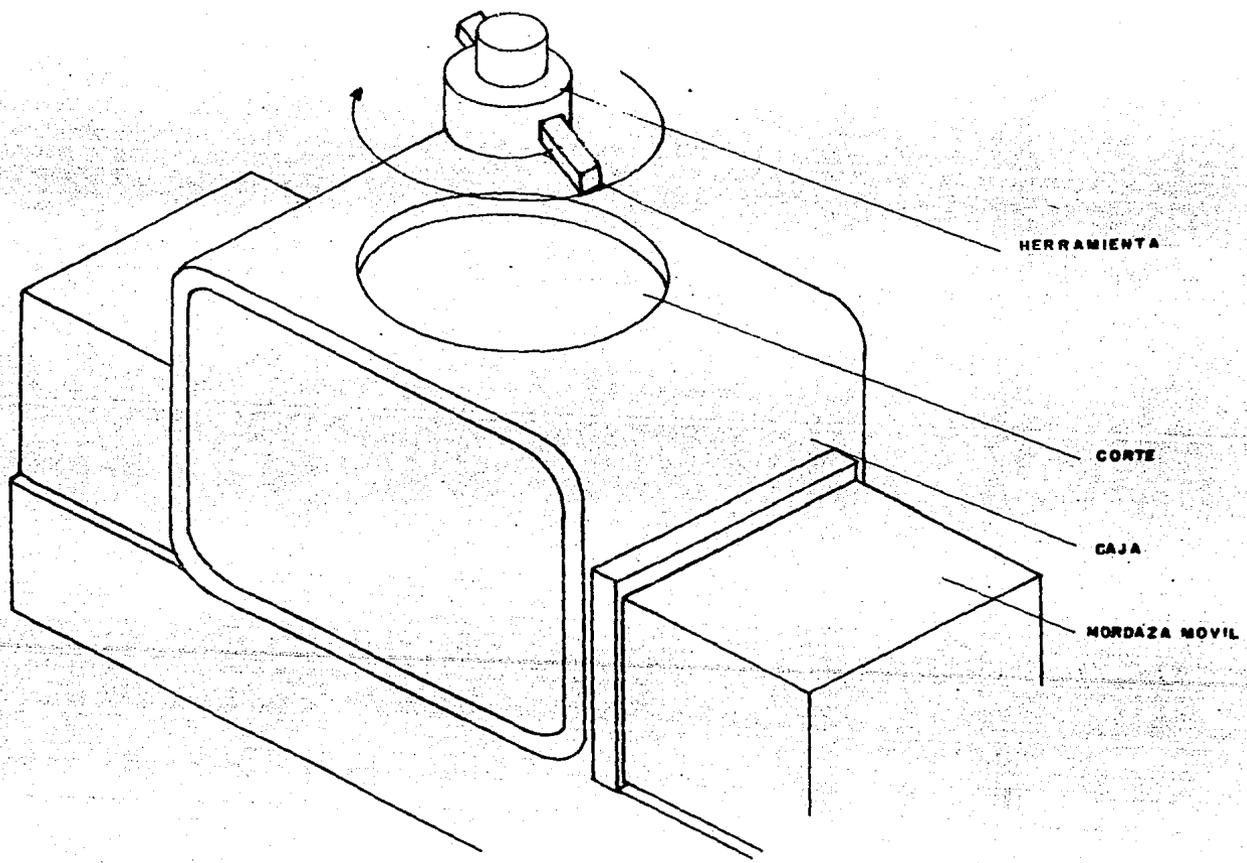
BASE MOVIL

DIAL

MORDAZA MOVIL

BUHA MORDAZA MOVIL

		MAQUINADO DE CIERRE	



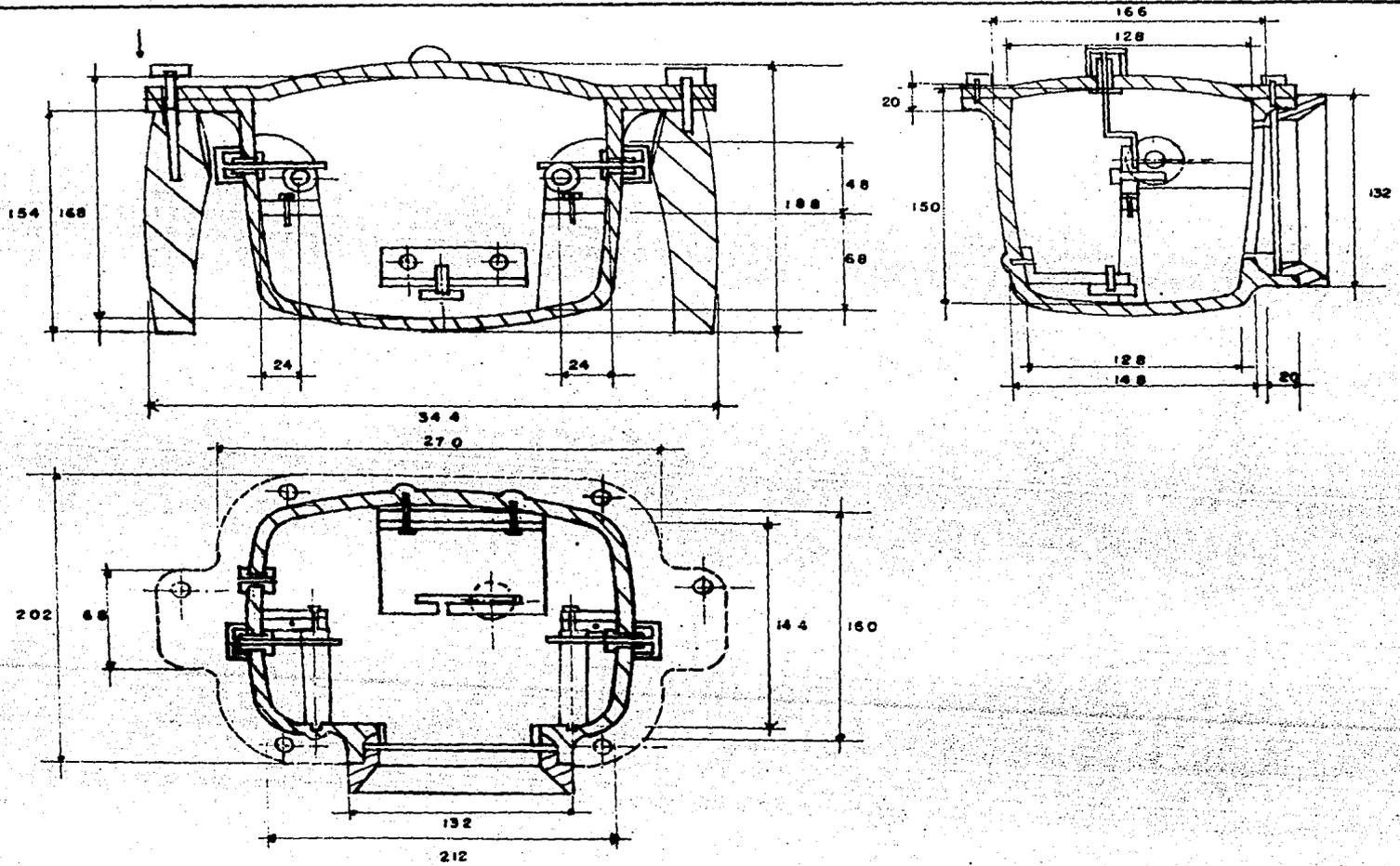
HERRAMIENTA

CORTE

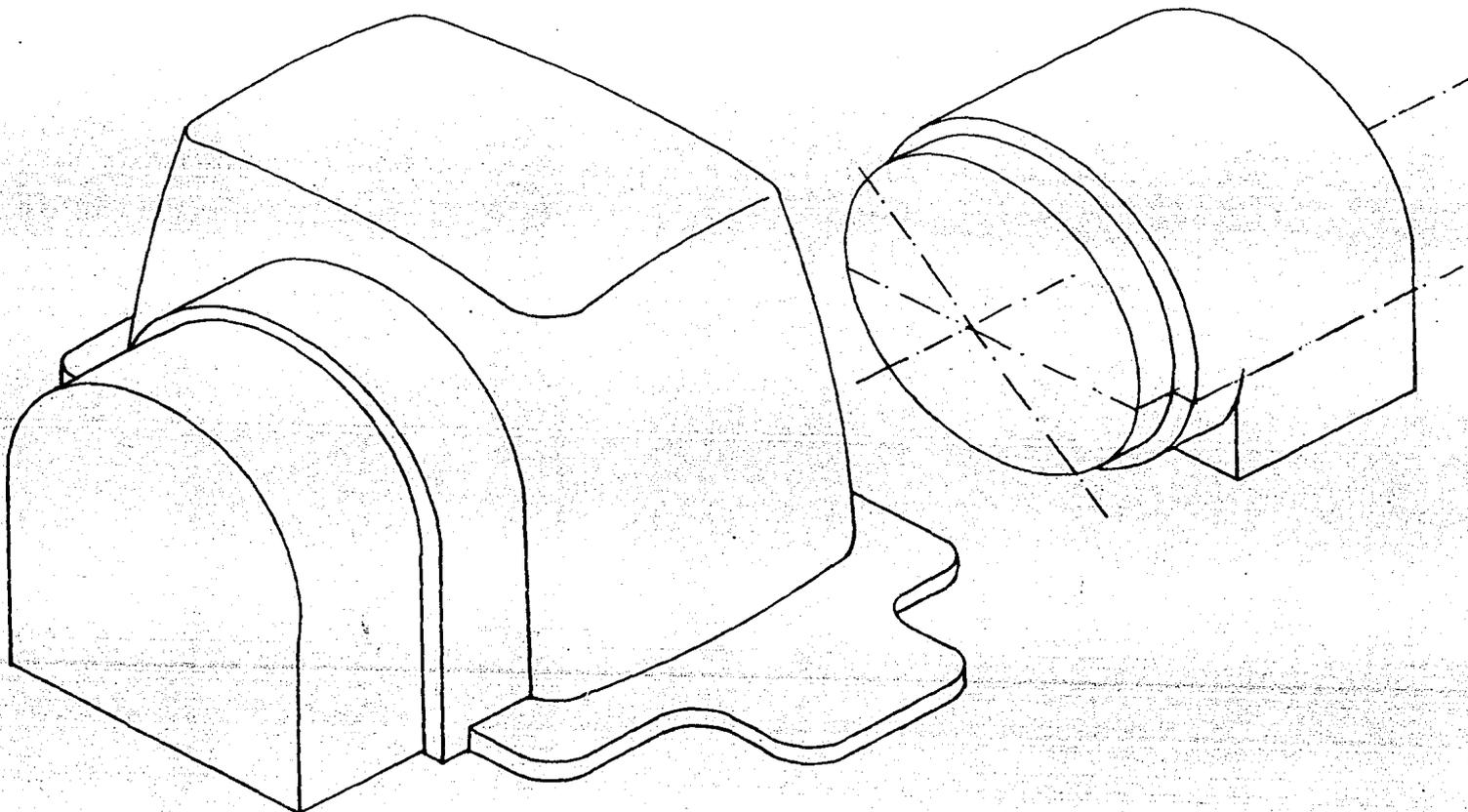
CAJA

MORDAZA MÓVIL

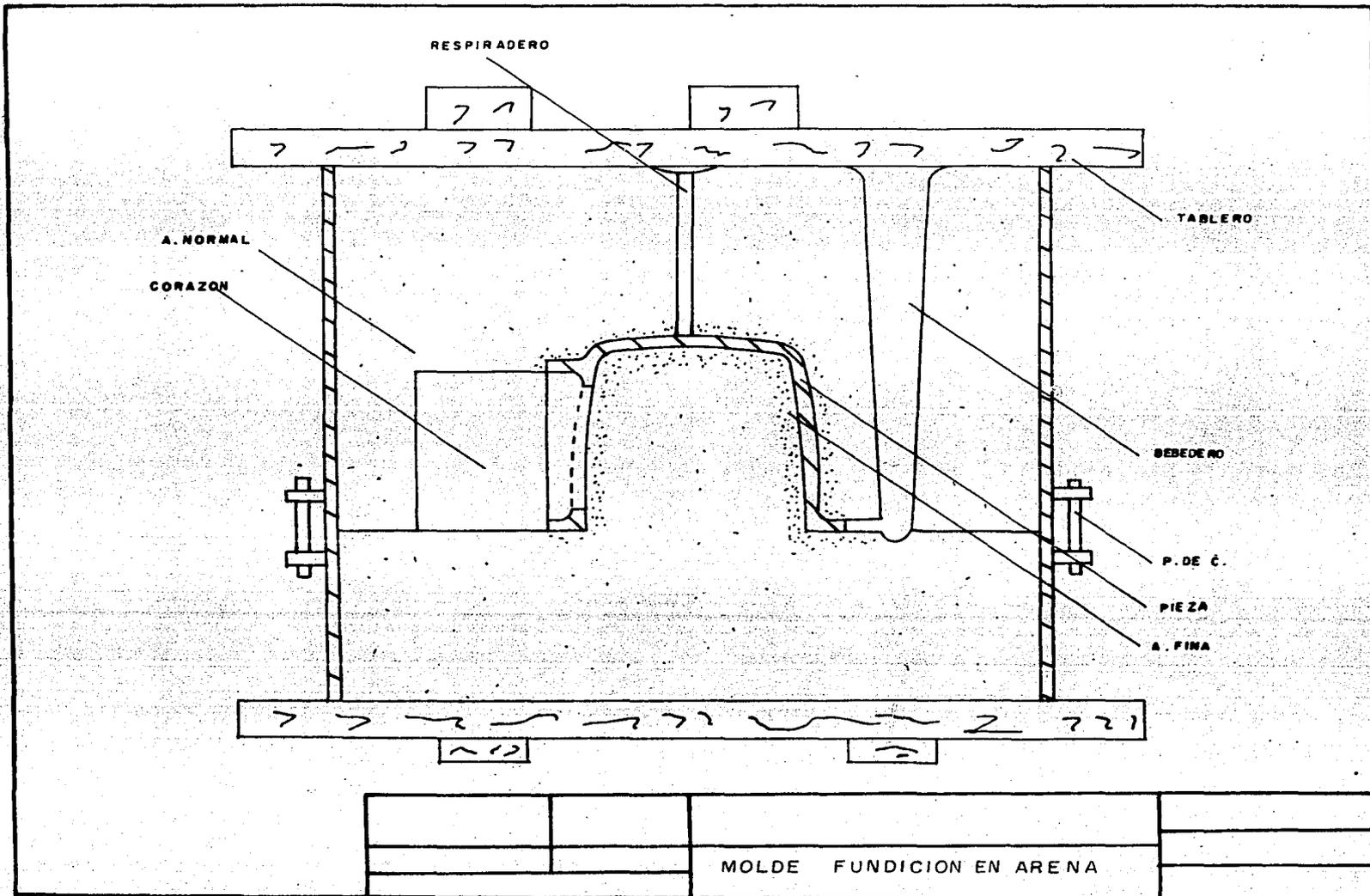
		CORTE EN CAJA	



	ESCALA 1 = 4	CORTES FUNDICION EN ARENA	
	ACOT. MM	CAJA SUBMARINA	



		MODELO Y CORAZON	
MATERIAL ARENA SECA			



## CONCLUSIONES

- El diseño de la caja es de carácter universal, manejando cuatro variables para mandos: foco, diafragma, avance película, y disparo, la velocidad de la cámara no se incluye por considerarse no tan necesaria para los fines establecidos, ya que existen tablas de velocidades precisadas para las diferentes horas a exposiciones bajo el agua.

- El prototipo tiene una capacidad de inmersión de 30 mts de profundidad con un 65% de rango de seguridad, para esto se elaboró un cálculo de la resistencia de material conforme a su área.

- En base a las evaluaciones realizadas de los diferentes materiales plásticos disponibles en el mercado, los más adecuados resultan ser: Polimetacrilato de Metilo, y las Poliamidas. Esto último en base a su presentación comercial.

- El proceso seleccionado para la fabricación del prototipo y para una posterior producción, para aplicaciones de la fotografía de investigación es: en forma semindustrial, por medio de doblado, cortado, fresado, y otros.

- Debido al elevado costo de producción localizados dentro de los procesos para transformación de materiales plásticos, en los casos de mediana y alta producción, se hace necesario cambiar el material de la caja, de plástico a metal, con el objeto de reducir costos de producción, el material seleccionado es el aluminio, transformado a través del proceso de fundición en arena.

- En la fabricación de la caja en material metálico, es posible manejar la forma como herramienta de estructuración y en sentido estético, por ser la fundición en arena un proceso más libre para su realización.

- Este proceso es más costoso que el proceso de termoformado, pero con la ventaja que disminuye la incertidumbre o riesgos involucrados en el proyecto. Es un proceso que puede manejar diferentes demandas de producción.

- Las posibilidades para llevar a cabo el proceso de fabricación de la caja submarina, en fundición en arena, pueden cobrar mayores perspectivas, tanto en aplicaciones de buceo costero, como el buceo en la industria petrolera.

- Dentro del proceso de diseño existen determinados imponderables que pueden afectar el desarrollo del proyecto, por ello la metodología seguida entre más paralela sea, en sus diferentes actividades, relacionadas al desarrollo de un proyecto, tanto mejor será el resultado final.

EXPOSICION BAJO EL AGUA VERDE CLARA EN CONDICIONES DE MEDIO DIA

PROFUNDIDAD	CON ARENA FINA	PROMEDIO EN MAR ABIERTO	EN OSCURIDAD POR ROCAS
.60 M	F / 16	F / 11	F / 8
1.50 M	F / 11	F / 8	F / 5-6
3.00 M	F / 8	F / 5-6	F / 4
6.00 M	F / 5-6	F / 4	F / 2-8
12.00 M	F / 4	F / 2-8	F / 2
24.00 M	F / 2-8	F / 2	F / 1-4

V. DISPARO 1 / 60 SEG.		FROM KODAK DATE	DIA SOLEADO
		ASA 64 BS FILM	



# APENDICE

## MATERIALES

Epólan ABS. Acrilonitilo butadieno estireno.

De la resina ABS, mezclada con polimetil metacrilato, se obtiene el ABS transparente, esta presentación no es comercial. La temperatura de moldeo es más alta que la del acrílico, esto obligado por su índice de fluidez de 0.7 en comparación con el acrílico que es de 2.4, lo que origina un mayor costo en su procesado. Siendo su resistencia a la flexión menor que la del acrílico y esta por debajo de la resistencia a la compresión de 570 kilogramos sobre centímetro cuadrado de la requerida por el diseño de un mínimo de 750.kg sobre cm cuadrado. Este material, está estabilizado a la luz ultravioleta. Su costo es mayor que otros materiales más adecuados.

Cristacel. Acetato de celulosa rígido.

Con excelente acabado, facilidad de moldeo y resistencia al rayado así como a la flexión, sin embargo está por debajo de las propiedades mecánicas exigidas en el proyecto. Su resistencia a la compresión esta aun debajo del ABS, puede ser utilizado en las manijas de la caja, con el inconveniente que es un material más duro que el Nylon y Celcon, con una transmi\*cn de luz del 95 %.

PET. Resina.

Esta resina tiene aplicaciones desarrolladas en el terreno de los envases, Soporta un tanque de agua electropura por lo que fue tomado en consideración para el proyecto. Es un material con resistencia a la compresión similar a la del Lexan pero con mayor flexibilidad, lo que provoca problemas en el sellado. Este material en espesores de consideración, como los

requeridos en el proyecto es opaco. La resina PET tiene una alta resistencia a la ruptura, y los rayos ultravioletas no le afectan.

Estarlen cristal. Poliestireno alto impacto.

Su precio es menor que del acrílico, tiene buena estabilidad dimensional, tiene un alto índice de fluidez, pero es quebradizo para partes moldeables transparentes, posee alta reflectancia y esta por debajo en resistencia de tensión y compresión que el SAN 21 y el acrílico, su resistencia dieléctrica está entre el acrílico y el Lexan. Esta estabilizado a la luz ultravioleta.

Resirene. Poliestireno alto impacto.

Tiene un alto flujo de moldeo de 7 gr. sobre 10 min. por lo que las condiciones de procesamiento son excelentes, es resistente al calor y de precio similar al Estarlen Cristal. La resistencia a la compresión esta por debajo también al Estarlen. Su resistencia dieléctrica esta por encima del acrílico y el Lexan, tiene excelentes propiedades a temperaturas bajas, pero es en maquinabilidad pobre, lo que es un factor de importancia.

Resina K. Butadieno estireno.

Por su estructura molecular es un material que tiende a más flexibilidad que a la rigidez. Tiene una mayor resistencia a la tensión que el Cristacel. Su resistencia a la flexión es superior, pero por debajo del acrílico y el Lexan. Es un material con una baja resistencia a la compresión, lo que lo hace inadecuado a esta aplicación. Tiene muy buenas cualidades de transparencia y con propiedades eléctricas menores que las del acrílico y el Lexan. Es adecuado para aplicaciones médicas.

**Resilan 900.**

Este material no aparece en la tabla del apéndice. Resilan 900 RAF natural, con un precio de \$5,600.00 kg., (feb.87) es más caro que el acrílico. Es una aleación de ABS y Policarbonato. De apariencia cristal, estabilizado a la luz ultravioleta. Es vendido en espesores de 0.125 plg. y 0.62 plg. y a granel. Su dureza es mayor que la del acrílico. Su índice de fluidez es mayor que la del acrílico a 6.4 a condiciones de procesamiento a 220-250 grados centígrados, que son más elevadas que en el acrílico por ser un material más duro. Es de alta resistencia al impacto, resistente al calor y excelentes propiedades mecánicas.

**DelRin. Resina.**

Es una resina acetálica de homopolimero, con una resistencia a la compresión menor que el copolimero Celcon. Tiene mayor resistencia a la flexión y en general con propiedades mecánicas inferiores con mayor temperatura de flexión, que el Celcon, y con un precio más económico. Es un termoplástico con refuerzo natural.

**Resilan 980. Color negro.**

Este material tiene propiedades semejantes al Resilan 900 antes mencionado, pero su precio es inferior a \$2,500.00 el kg (feb. 87).

**Resina Poliester. Uso Gral..**

Después de polimerizado tiene gran tenacidad, estabilidad a la luz ultravioleta, es aplicado a la industria del plástico reforzado. Con una mayor resistencia a la tensión que el Celcon y el Nylon. Su resistencia a la compresión es de 1782 kg/cm<sup>2</sup> a 1125 del Celcon. Su soporte al impacto es menor que la establecida por el Rilsan y mayor que la del Resilan negro.

#### PBT. Valox.

Es un material de importación de elevado costo, su resistencia a la deformación es inferior solamente a la resina epóxica, sus cualidades mecánicas son superiores a los nylons y resinas acetálicas, sus propiedades eléctricas son semejantes al Celcon y su resistencia al impacto es similar al Resilan, su resistencia a la compresión superior al Celcon.

#### PVC. Policloruro de Vinil.

El compuesto de PVC es uno de los materiales mas económicos del mercado, su resistencia a la tensión es similar a la de DelRin, su resistencia a la compresión es mayor también a éste, pero mucho menor que el Celcon y similar al Nylon y al Rilsan, su resistencia a la flexión es semejante al Celcon, pero tiene una temperatura de flexión menor, puede ser estabilizado a la luz ultravioleta, su coeficiente de flexión es bajo, y generalmente cede con la rigidez de otros materiales, lo que implica problemas de desgaste en esta aplicación.

Entre los materiales más adecuados para su utilización dentro de el proyecto están el Nylamid, Celcon, Acrílico, Lexan, San 21.

El Celcon por su presentación comercial no se utilizará en la fabricación del prototipo siendo su substituto la resina poliéster reforzada con fibra de vidrio.

Aunque el Lexan posee mejores propiedades en general para esta aplicación su procedencia y precio lo hacen inadecuado en este momento.

El San 21 es un material con buenas propiedades pero inferiores a las del acrílico lo que hacen a este último el material más adecuado a igual que el Nylamid y Celcon.

## PROCESOS

## Termoformado.

En el proceso de termoformado la profundidad óptima para la formación de una pieza es de la mitad del lado más estrecho. La caja se fabricaría por medio de un molde de Cold Rolled macho y hembra con un precio de \$60,000.00 (feb. 87) a un costo de cada unidad de \$13,500.00 con material incluido, el cual sería de acrílico de 10 mm de espesor, teniendo una vida útil del molde de 2,000 piezas, después de esta se repararía. Entre las ventajas que proporciona este proceso son: el costo del herramental es bajo, los prototipos son baratos, la exactitud dimensional buena, y las desventajas son: el espesor está limitado por la necesidad de calentamiento uniforme del material, el adelgazamiento sufrido durante el proceso lo hace un producto frágil por la misma descalibración del material, lo que implica una etapa de prueba al prototipo. Este proceso es utilizado para demandas no muy grandes.

## Inyección.

Este proceso es recomendable para alta producción. Se fabricarán 2 moldes, uno de la caja submarina con un costo de \$10,000,000.00 y el de la manija con un costo de \$5,000,000.00. El peso de la caja es de 1.400 kg, se utilizará una máquina de esta capacidad, con un costo de cada unidad inyectada de \$19,000.00 a \$24,000.00 pesos. Se producirían 150 unidades cada 8 hrs. El costo de inyección de cada manija sería de \$5,000.00 a \$6,000.00 pesos (feb. 87), estos costos disminuirán si se contempla la fabricación de los moldes de aluminio en vez de acero, siendo necesaria una producción mínima de 4,000 unidades.

A través de este proceso puede ser

estructurada la caja por medio de costillas y superficies curvas, disminuyendose el espesor de la pared de la caja, evitando rechupes al momento de su procesado.

El análisis anterior nos condujo a tomar en cuenta un cuarto proceso de producción alternativa, la Fundición en Arena, implicando el cambio de un material plástico a uno metálico, en este caso el aluminio, el cual cumple con las características y propiedades requeridas al proyecto, existen antecedentes del empleo de este material en el extranjero. El cual está indicado en el capítulo de Procesos y Costos.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMERCIAL	EMPRESA	PROCEDENCIA	PRECIO DIC 86	PROS. TRANS.
Acrilo Nitrilo Butadieno Estireno	Epolan ABS	Ind. Resistol	Nacional	\$ 4140.00	Moldeo, inyec. Extrusión.
Homopolimero Acetálicos	Delrin	Dupont	Importado plastificado en Mex.	\$	Inyección, extrusión.
Copolimero	Celcon	Celanese		\$ 2260.00	Inyección.
Polimetacrilato de Metilo	Acrílico	Plastiglass Romanhese	Nacional	\$1640.00	Inyección, termoformado, extrusión.
Acetato de Celulosa	Cristacel	Celanese	Nacional	\$	Soplado, extruido, termoformado.
Poliamida Nylon	Rilsan	Celanese Dupont	Importación	8.37 dls.	Inyección.
	Nylanid	Plastiglass	Nacional	\$ 14700.00	Inyección, extrusión.
Policarbonato	Lexan	General E.	Importado	\$ 6400.00	Inyección, termoformado.
Resina poliéster	Resilan	Resistol	Importado 50%	\$2500.00	Inyección.
	PET	Celanese Dupont	Nacional	\$	Inyección.
	PET reforzado c/ f.v.	Max. de resinas	Nacional	\$	Inyección.
	PBT	General E.	Nacional	\$	Inyección.
Poliestireno	PBT Valox	General E.	Importado	8 dls.	Inyección.
	Esterlan Cristal	Resistol Nacional de R.	Nacional	\$ 1390.00	Inyección, extrusión, termoformado.
	Resirene	Resistol	Nacional	\$ 1130.00	Inyección, extrusión.
	Movil	Resistol	Nacional	\$ 1160.00	Inyección
	Movil c/ f.v.	Resistol	Nacional	\$	Inyección
Acrilonitrilo Estireno	San 21	Resistol	Nacional	\$ 3240.00	Inyección.
	San 21 c/f.v.	Resistol	Nacional	\$	Inyección.
	Poliéster expandible	BASF	Nacional	\$ 3800.00	Inyección pre-moldeado.
	Poliéster expandible	Hoeschst	Nacional	\$	Premoldeado.
	Poliéster expandible	BASF	Nacional	\$	Premoldeado.
Copolimero de vinil aceta-	EVA	Dupont	Importado		Inyección.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMERCIAL	EMPRESA	PROCEDENCIA	PRECIO DIC 86	PROS. TRANS .
Butadieno Estireno Isocianato poliol	Resina K	Philips	Importado	\$ 1460.00	Inyección.
	Poliuretano líquido	BASF, Bayer	Nacional	\$ 3500.00	Inyección, pre- moldeado.
Policloruro de vinilo	Poliuretano insaturado	Reich Hold	Nacional	\$	Moldeo por compresión
	Poliuretano elastómero termoplástico.	Nylon de Mex.	Nacional	\$	
	PVC Rígido	Resistol Polivyd	Nacional	\$ 900.00	Extrusión, in- yección, sopla- do, calandreo.
	Iztblend flexible	Polímeros de	Nacional	\$ 698.00	Prensado, ex- presado, roto- moldeado, ve- ciado.
Resina Epóxica	PVC c/ f.v.	Policid Primex	Nacional	\$ 900.00+ f.v.	Rotomoldeo, himeración.
	Silicon Epoxi	General E. Poliresinas		\$ 8000.00	Moldeo por - compresión.
Polietileno	Polietileno alta densidad	Dupond Philips	Nacional	\$	Inyección, so- plado, extru- sión, preforma- do, rotomoldeo.

PROPIEDADES MECANICAS

NOM.COMERCIAL	RESISTENCIA A LA TENSION Kg/Cm2	MODULO DE TENSION Kg/Cm2	RESISTENCIA A LA FLEXION Kg/Cm2	MODULO DE FLEXION Kg/Cm2	RESISTENCIA A LA COMPRES. Kg/Cm2	MODULO DE COMPRESION Kg/Cm2	ELONGACION AL CEDE %
	D638	D638	D790	D790	D695	D695	D638
ABS	57-164	8558-27000	271-806	261-2034	320-570	9984-21395	2.2
Delrin	542	29953	748	1729	320		22
Celcon	627		927	1907	1125		.40
Acrilico	748	32093	1141	2288	1283	32093	4.9
Cristocel	463	22821	370	1169	314		10
Rilsan	349	17829	713	722	570	12837	22
Nylamid	720	24000	1200	966-2187	850		25
Lexan	641	24604	962	1752	891	24604	6-8
Resilen	556						3
PET	606-748	28517-42790	998-1283	1780-2288	784-1069		50-300
PET c/f.v.	1604	102697	2389	6612	1782		3
PBT	570		855	1678	613-1034		250
Valox	1233		1961	594	1283-1675		2-4
Esterlen	534	24961-34589	570-998	193-2288	820-1141		1-2
Resirene	228-349	19955	377-670	142-2288	285-641		13-50
Movil	584	22821-32806	634-998	24-33	820-1141		2-60
Movil c/f.v.	784-927	54301-85581	1034-1355	64-82	1069-1141		1-2
Sen 21	641-855	28527-39937	998-1212	39	998-1212	37798	1-4
Sen 21 c/f.v.	1126-1283	82015-85521	1426	71-78	1355		1-2
Poliester exp.							
EVA							
Resina K	313		456	1533			20
PoliuretanoI.	713	713-7131	49-320	.9-7	1426	713-7131	10-100
PoliuretanoII.	713-784		1355	43			3-6
Elastomero	106-999	713-24961	49-641	.7-24	1426	285-641	100-1100
PVC rigido	427-534	2491-4790	713-1141	21-35	570-927		
PVC flexible	106-249				64-121		
PVC c/f.v.	677	62046	96	53	641		
Silicon	427-570		1212		1996		
Polietileno	295			141			

PROPIEDADES MECANICAS  
 NOM. COMERCIAL DUREZA  
 ROCKWELL

RESISTENCIA AL DEFORMACION  
 IMPACTO IZOD BAJO CARGA

PROPIEADES TERMICAS  
 TEMPERATURA TEMPERATURA  
 DE FLEXION DE FLEXION

COEFICIENTE  
 LINEAL DE  
 EXPANSION

CONDUCTIVILI-  
 DAD

Dm x Kg/Dm  
 en 3mm espesor %

280Kg/cm2

4.7Kg/cm2  
 oC

18Kg/cm2  
 oC

oC of

Cal-cm/sec-  
 cm2-oC

	D785	D256				D696	
ABS	95	11.2-57			83	5.1x10 <sup>-5</sup>	
Dalrin	R818, M78	6.7	.6	167	117	5.8x10 <sup>-5</sup> of	
Celcon	M80	5.43	1.6	157	110	4.7x10 <sup>-5</sup>	1.6
Acrylic	M94	8.44	4	104	93	2.7-4.2 of	1.3
Cristacel	62-113	22		74			
Rilsen	108	11.8		150	55	3x10 <sup>-5</sup>	.29
Nylamid	103			196	190	100x10 <sup>-6</sup>	1.5
Lexan	R118-M70	67.6	.2-.3	137	129-137	3.75x10 <sup>-5</sup> of	1.35
Resilan	R120	5.43			90		
PET	M94-101	9.23			37-41	65x10 <sup>-6</sup>	7.8
PET c/f.v.	M100	10.3			223	1.6x10 <sup>-5</sup>	1.97
PBT	M68	7	1.2	94	50	4.10x10 <sup>-5</sup> of	1.7
Velox	R118	90	.3	215	207		1.3
Estarlen	M60-75R120	9.8			90		2-3
Resirene	M10-68	12		76-93	80	4.2x10 <sup>-5</sup>	3-5
Movil	M70	11			93-120		
Movil c/f.v.	M80	13.5 c/6mm			98-179	36-41x19 <sup>-6</sup>	
San 21	M80	2.7			87-104	36-38x19 <sup>-6</sup>	2.9
San c/f.v.	R122	14.12		104	93-98	38-40x19 <sup>-6</sup>	6.2
PoliesterExp.							
EVA					76	7.8x10 <sup>-5</sup>	
Resina K					varia segun		5
Poliuretand.		25para flex.			espesor #		
					87-93		
Poliuretanol.		2.17					
Elastomero		no quiebra					1.7-7.4
PVC rigido		5.43-21.7		73-82	60-76	50-100x10 <sup>-6</sup>	3.5-5
PVC flexible		12.5					3-4
PVC c/f.v.		8		73	68		
Silicon		5.43-16.20	1.3				
Polietileno		3.5		77.2			

PROPIEDADES NOM. COMERCIAL	ELECTRICAS RESISTENCIA DIELECTRICA V/mm D149	CONSTANTE DIELECTRICA a 60 Htz	CONSTANTE DIELECTRICA a 1Mhtz	FACTOR DE DISIPACION a 60 Htz	FACTOR DE DISIPACION a 1 Mhtz	VOLUMEN DE RESISTIVIDAD Homs-cm D257	RESISTENCIA AL ARCO oC D495
ABS	13779-19685						
Delrin	15748	3.1	3.1		.009	3.10x10 <sup>16</sup>	183
Celcon	19685		3.7			1x10 <sup>14</sup>	240
Acrílico	16929	3.6	3.4	.06	.05	6x10 <sup>17</sup>	sin localiza- ción
Cristacel	11811-17716						
Rilsen	29527	4	3.1	.05	.045	1x10 <sup>14</sup>	125
Nylamid	25000	4		.03		5x10 <sup>14</sup>	
Lexan	14960	3.17	2.96	.009	.010	8.2x10 <sup>16</sup>	120
Resilen							
PET							
PET c/f.v.							
PBT	16535	3.3	3.2	.002 Khtz	.023	2x10 <sup>15</sup>	125
Valox	28346	3.8	3.7	.002 Hectohtz	.02	3.2x10 <sup>16</sup>	146
Estarlen	23622						
Resirene	17716						
Movil	19685						
Movil c/f.v.	15748						
Sen 21	15748-19685						
Sen 21 c/f.v.	19685						
Poliester Exp.							
Eva							
Resina K	11811	2.5		.0004			
Poliuretand.	11811-19685						
Poliurstanol.							
Elastomero	12992-24803						
PVC rígido	13779-19685						
PVC flexible	11811-15748						
PVC c/f.v.	23622-31496						
Silicon	9685						
Polietileno							

CARACTERISTICAS DE PROCESOS  
NOMBRE COMERCIAL

	PTO. DE ABLAN-	INDICE DE FLU	CONTRACCION	TEMPERATURA	PROPIEDADES FISICAS	
	DAMIENTO VICAT	IDEZ	POR MOLDEO	DE MOLDEO	PESO ESPECIFI- CO	ABSORCION AL AGUA
	oC D 1525	Gm/10min D 1238	Gm/Gm x 10-3 D 955	oC	Gm/Gm x 10min D 792	% D 510
ABS	95	.7	4-6	200-240	1.04	.30
Delrin			23	181	1.54	.25
Celcon	162	27	18	175	1.41	.22
Acrilico	105	2.4	2-6	130-150	1.19	.3
Cristacel	112		10	168-240	1.27	
Rilsan	180			190	1.4	1
Nylemid			1.5-5	287-293	1.09	.6
Lexan	154-160		5-7	282-315	1.20	.15
Resilan	98	2	4-6	220-250	1.05	.3
PET				287-315	1.34-1.39	.1-.2
PET c/ f.v.			2	293-315	1.27	.05
PBT		6	17-18	223-273	1.31	.08-.09
PBT Valox			20-21	226-276	1.56	.06
Esterlen	95	2.5	5-8	190-225	1.05	.03-.10
Resirene		7	6	215-246	1.05	
Movil			4-6	232-260	1.05	.03-.17
Movil c/ f.v.			1-2	232-260	1.20-1.22	.1-.3
Sen 21	107	1.10	2-6	190-301	1.08	.2-.3
Sen 21 c/ f.v.	107		1-3	190-301	1.22	.20-.36
Pollester expandible						
EVA		2.5	1-3	190-204		
Resina K	93	8	3-10	66	1.01	.08
Poliuretano liquido			5-8	84-121	1.1-1.5	.02-1.5
Poliuretano insaturado					1.5	.1-.2
Elastomero			5-8	123-231	1.5-1.25	.7-.9
PBC rigido			3-4	148-204	1.30-1.58	.4-.04
PBC flexible			2-3	160-196	1.16-1.37	.15-.75
PBC c/ f.v.			2-4	132-207	1.54	.01
Silicon			2-7	176	1.84	
Polistileno		20	10-20	218	.960	.01

PROPIEDADES OPTICAS  
NOMBRE COMERCIAL

BRUMOCIDAD

TRANSMISION  
LUMINICA

INDICE DE  
REFRACCION  
% D542

PROP. MEC.  
DUREZA  
SHORE

TEMPERATURA DE SERVICIO

	% D 1003	% D1003		D2240	OC
ABS				65	60-92
Delrin					90
Celcon					104
Acrilico	1	92	1.49		60-93
Cristocel		75-95		D70	60-104
Rilsen					82-121
Nylonid				D80	82-121
Lexan	1-2	86-89	1.58		121
Resilan					104-121
PET	.5	89			121
PET reforzado					140-176
PBT					121
Valox					121
Esterlen		75-93			60-75
Resirene		75-93			65-76
Movil					60-79
Movil c/ f. v.					82-93
San 21					60-92
San 21 c/ f. v.					93-110
Poliester expensible					121
EVA					65-79
Resina K		90-95		75	60-75
Poliuretano liquido				10A-D90	87-107
Poliuretano insaturado				30-35	87
Elastomero				65A-80	87
PVC rigido				D65-85	65-79
PVC flexible				A50-100	65-79
PVC c/ f. v.					71-93
Silicon					260
Polietileno				D65	121

PROPIEDADES GENERALES

NOM.COMERCIAL CARACTERISTICAS

ABS	Alta resistencia al impacto, retardante de flama.
Delrin	Termoplastico con refuerzo natural.
Calcon	Estabilidad a temperaturas elevadas, tensión al corte.
Acrílico	Baja conductividad térmica.
Cristacel	Facilidad de moldeo, no rallado, acabado.
Rilsan	Resistencia al impacto, reducción en peso.
Nylamid	"
Lexan	Resistencia a la abrasión, transparencia.
Resilan	Cromabilidad, propiedades mecánicas excelentes, intemperismo.
PET	Transparencia, ligereza, resistencia mecánica.
PET c/f.v.	"
PBT	Impermeabilidad a rayos ultravioleta, capacidad de reforzado.
Velox	"
Estarlen	Estabilidad dimensional, resistencia a las sustancias químicas ordinarias, propiedades aislantes, inodoro e insípido.
Resirene	"
Movil	"
Movil c/f.v.	"
SAN 21	"
SAN 21c/f.v.	"
PoliesterExp.	Poco espumado.
PoliesterExp.	Espumado granulado, actua con agentes espumables retardadores.
EVA	12% de vinil acetato
Resina K	Alta resistencia al impacto, transparencia.

SOLUBILIDAD

Cloruro de metileno.
Hidrocarburos aromáticos, dioxina, hidrocarburos alojenados, esteres, acetona.
Acido formico, acido acético puro, cloruro de metileno 9:1.
Acido formico, fenoles, trifloruro de etanol, cianohidrido, triamida de exametil fosformico, fenol-tetracloroetano 1:1.
Ciclohexano, dimetilformamida, crisol, clorido de metileno.
"
Alcohol benzyl, hidrocarburos de nitrato, fenoles, exametil fosformico triamida.
"
"
"
Acetato de butil dimetil formamida, cloroforno, clorhido de metileno, acetona metil-etileno, priedina.
"
"
"
"
Alcohol benzyl, hidrocarburos de nitrato, fenoles, exametil fosformicotramida.
"
"
"
"
Etil acetato, benzeno, clorhido de metileno

INSOLUBILIDAD

Alcohol, gasolina.
Eter, alcoholes hidrocarburos alifáticos.
Alcohol, eter, hidrocarburo.
"
Alcohol, gasolina, agua.
"
Alcohol, esteres, hidrocarburos.
"
"
"
Alcohol, agua gasolina.
"
"
"
"
Alcohol, esteres, hidrocarburos.
"
"
"
Alcohol, agua.

**PROPIEDADES GENERALES**

**NOM.COMERCIAL CARACTERISTICAS**

Poliuretano L. Peso molecular alto, termoplastico.

Poliuretano I. Amplia gama de propiedades fisicas, termo-fijo

Elastómero Alto grado de rango de dureza.

PVCrígido Capacidad de estabilizarse con aditivos

PVC flexible

PVC c/f.v.

Silicon Componente en encapsulado, excelente sellador

Polietileno Más ligero que el agua, alta resistencia a la corrosión.

**SOLUBILIDAD**

Dimetil formamida tetrahidrofuran, ácido formico, acetato de etilo, exametil fosforico triamida.

Dimetil formamida, tetrahidrofurano, ciclohexano, clorobenzeno, exametilfosforico triamida .

Alcohol, dioxano, ester, acetonas.

Clorofenól, fenól-tetra-cloroetano textura (E.G.60/40xPeso), fenol-diclorobenzano textura (E.G.50/50xPeso), ácido dicloroscético .

**INSOLUBILIDAD**  
Eter, alcohol, gasolina, benceno, ácido--hidroclórico GN.

Alcohol, butil acetato, hidrocarbonos, dioxano.

Agua, hidrocarbonos.

**PROPIEDADES GENERALES**

**NOM.COMERCIAL IDENTIFICACION A LA FLAMA**

**ABS** Se quema con flama amarilla humo negro y gotea con olor agrio a caucho quemado.

**Delrin**  
**Celcon**

**Acrylic** No autoextinguible, con flama amarilla intermitente y luminosa con olor a dulce de frutas.

**Cristacel** Flama amarilla con chispas, gotea con olor a papel quemado, no autoextinguible.

**Rilsan** Flama amarilla con gas azul, funde y gotea con humo blanco.

**Nylamid**  
**Lexan** Se quema con dificultad su flama es amarilla autoextinguible, con olor característico.

**Resilan**

**PET** Arde con flama incolora y al apagarse desprende un olor a formaldehido.

**PET c/f.v.**  
**PBT**  
**Valox**

**Estarlen** No es autoextinguible, arde con flama amarilla luminosa y desprende mucho olin negro con olor a monomero de estireno.

**Resirene**  
**Movil**  
**Movil c/f.v.**

**SAN 21**

**SAN 21c/f.v.**  
**PoliesterExp.** Arde con flama incolora y al apagar se desprende un olor intenso a formaldehido.

**EVA**

**USOS TIPICOS**

Tubería, equipaje, tableros de automovil, teléfonos, artículos deportivos, equipo de seguridad, refrigeradores, carcazas de calculadora, casetas de camper.

Industria automotriz, electrodomésticos, rodamientos, partes de uso industrial, videocassetes.  
Placas para electrodomésticos, señales en exteriores, domos, lente de camaras, cavinas de aviones y ventanas.

Sinta de extrusión, mangos de herramientas, artículos industriales, componentes eléctricos en electrodomésticos y carcazas.  
Circuitos impresos hojas de turbina, engranes, bálbulas mecanismos, rodamientos.

Botellas, lentes de seguridad, cjas de baterías, carcazas de herramientas, cascos.

Tapones, espejos, carcazas de electrodomésticos, autopartes, piezas industriales.  
Frascos, garrafones, vasos, cerdas para escoba.

Autopartes, defensas de automovil.

Cubiertas desechables, tazas, embases de margarina, cartones de huevo, cubiertas interiores, floreros, tapas y tapones, carcazas de aire acondicionado.

Carcazas para asientos, mecanismos, piezas para escritorio.  
Vasos de licuadora, aspas de ventiladores, capelos, ventanillas de aparatos eléctricos, partes de autos, lamparas, geringas, accesorios de baño, lentes, cuberas de hielo, partes de sillas.

Espumados para recubrimientos, asientos, preformados.  
Suelas de zapatos tenis.

**PROPIEDADES GENERALES**

**NOM.COMERCIAL IDENTIFICACION A LA FLAMA**

**Resina K**

**Poliuretano L.** No autoextinguible, flama amarilla, gotea con humo negro con olor dulce.

**Poliuretano I.**

**Elastomero**

**PVC rígido**

Autoextinguible, arde con mucha luz al contacto con la llama, apagandose al separarla con olor a acido clorhidrico.

**PVC flexible**

**PVC c/p.v.**

**Silicon**

Retardador de flama de color amarillo, autoextinguible, no gotea, humo blanco con olor característico pincente.

**Polietileno**

No es autoextinguible arde con flama azul con base amarilla, poco luminoso, gotea con olor a parafina.

**USOS TIPICOS**

Industria farmaceutica, capelos, micas ópticas, mangos herramientas, frascos, juguetes.

Espumas para camas flexible y semiflexible, muebles, empaques, en espuma rígida electrodomésticos, construcción, autopartes, zapatos, juguetes, artículos deportivos.

Envoltura de alimentos, tapicerías, mateles, botellas, tuberías, discos fonográficos, ventanería.

Para fabricación de moldes, selladores, agentes desmoldantes, cables de generadores.

Envases, volvas, carcazas, autopartes.

## GLOSARIO

### 1 PUNTO DE ABLANDAMIENTO VICAT

Es la temperatura a la cual una aguja sin punta de un cm<sup>2</sup> con sección cuadrada o circular la cual penetra la muestra de un termoplástico, a una profundidad de un mm bajo una carga especificada, usando un valor de temperatura uniforme, (ASTM D1525-58T) esta prueba es usada para termoplástico como polietileno, poliestireno, acrílico y celulosa, que no tienen definido el punto de moldeo.

### 2 INDICE DE FLUIDEZ (de rendimiento)

Es la cantidad en gramos, de resina termoplástica que puede ser forzada a través de un orificio de .0825plg de diámetro, cuando es sometido a una fuerza de 2160g x 10min a 190°C, esta prueba es realizada mediante un reómetro de extrusión descrito en ASTM D1238, es ampliamente usado para clasificar resinas de polietileno, aunque alguna veces es usado para evaluaciones de acrílicos, ABS, poliestirenos, y nylons. Los valores del índice de fluidéz de polietileno comerciales varían desde 0.1 a 20, aquellos con bajo índice de fluidéz tienen altos pesos moleculares y son usados principalmente para aplicaciones de servicio pesado como tuberías. Los polímeros con alto índice de fluidéz tienen bajos pesos moleculares y son usados para extrusión y moldeo de productos flexibles.

### 3 CONTRACCION POR MOLDEO

Es la disminución de dimensiones expresada en plg/plg, entre un objeto moldeado y la cavidad del moldeo en que se moldea, ambos medidos a la temperatura ambiente.

### 4 GRAVEDAD ESPECIFICA

Es la relación entre el peso de un volumen dado de sustancia y un volumen igual de agua a la misma temperatura. La temperatura seleccionada varía según las industrias entre 20o y 23oC siendo para estandares comunes. En el trabajo analítico cuando son hechas correcciones por efecto de flotaciones en el aire, es usado el termino gravedad específica. El termino gravedad específica aparente es usado para denotar la gravedad específica de un sólido poroso cuando el volumen empleado en los calculos es considerado para excluir a los vacíos permeables. El termino gravedad específica neta denota mediciones de gravedad específica, en los cuales el volumen de sólidos incluye tanto a los vacíos permeables como a los impermeables.

### 5 ABSORCION AL AGUA

Es la cantidad de agua absorbida por un artículo de plástico cuando es sumergido en agua, por un determinado periodo de tiempo. Todos los plásticos absorben humedad en cierta medida, variando desde 0 en el caso de PTFE, hasta completa solubilidad para algunos tipos de PVA y óxido de polietileno. La absorción al agua, puede causar hinchazón disolución, permeabilidad, plasticidad, fragilidad e hidrólisis con efectos de decoloración, así como la pérdida de propiedades mecánicas y eléctricas, baja resistencia al calor y ruptura al esfuerzo, de cualquier forma la cantidad de agua absorbida por un polímero particular, no necesariamente es indicativo de la extensión de efecto nosivos resultentes.

### 6 RESISTENCIA A LA TENSION

Es la máxima fuerza en tensión que soporta una muestra durante la prueba de tensión, el resultado es usualmente expresado el lbs/plg<sup>2</sup> (PSI). Siendo preferible medir el area de la muestra original en el punto de ruptura, que el area reducida después de la ruptura.

### 7 RENDIMIENTO DE ELONGACION

En la prueba de tensión es el incremento de longitud de una muestra, en el instante anterior de ocurrir la ruptura, este porcentaje de elongación está expresado como en el incremento de la distancia entre dos marcas de ruptura, divididas entre la distancia original entre las mismas marcas, multiplicandose este cociente por cien, ejemplo, si una marca original está a 1plg, antes del alargamiento, y a 3plg en el instante de su ruptura, -

- el porcentaje de elongación es  $3-1 \times 100/1$  or 200%.

#### 8 MODULO DE ELASTICIDAD EN TENSION

Es la relación entre fuerza nominal y el correspondiente esfuerzo bajo el límite proporcional del material, es expresado en fuerza por unidad de área como usualmente lb xplg<sup>2</sup> (ASTM D638-60T) el esfuerzo puede ser cambiado en longitud (módulo de Young) a esfuerzo de torsión o cortante (modulo de rigidez o de torsión) o cambio en volumen(modulo de masa).

#### 9 RESISTENCIA A LA FLEXION

Es la máxima fuerza en la fibra exterior al momento de quebrarse, en el caso de los plásticos, este valor es usualmente tan alto como la resistencia directa a la tensión.

#### 10 MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

Es la relación dentro del límite elástico, entre la fuerza aplicada y una muestra de prueba en flexión, con el correspondiente esfuerzo en las fibras exteriores de la muestra.

#### 11 RESISTENCIA A LA COMPRESION

Es la máxima carga aplicada a una muestra sujeta a una prueba de compresión dividida entre el área original de la muestra.

#### 12 MODULO ELASTICO EN COMPRESION

Es la relación entre la fuerza de compresión, y el esfuerzo de compresión bajo el límite proporcional, teóricamente igual al modulo de young determinado a partir de la prueba de tensión.

#### 13 DUREZA ROCKWELL

Es la dureza de un material expresada como un número derivado del incremento neto en profundidad de impresión, como la carga sobre un instrumento de mellado es incrementada desde una pequeña cantidad fija hasta una carga mayor y debuelto a la carga menor. Como se especifica en la prueba ASTM D785, la menor carga es fijada a varias escalas de 10kg dependiendo del diámetro de la bola del indenter y de la carga mayor que es usada, para incrementar esta dureza es estas escalas que son : R,L,M,E y K .

#### 14 RESISTENCIA AL IMPACTO

Es la unidad de resistencia al impacto (descrita en la prueba ASTM D256) determinada por la diferencia en energía de un péndulo oscilante antes y después de que rompa una muestra ranurada sostenida verticalmente como viga en voladizo. El péndulo es soltado desde una altura vertical de dos pies y la altura vertical, desde donde regresa el péndulo después de romperse la muestra es usada para el cálculo de la pérdida de energía.

#### 15 TEMPERATURA DE FLEXION

Es la temperatura a la que una barra de prueba standard (ASTM D648) se dilata .010plg bajo una carga de 66 ó 264lb/plg<sup>2</sup> .

#### 16 COEFICIENTE LINEAL DE EXPANSION TERMICA

Es el cambio fraccional en longitud (A veces en volumen, cuando es especificado) en un material por unidad de cambio de temperatura. Los valores para plástico varían desde .01 a .2 mils x plg x oC.

#### 17 CONDUCTIVIDAD TERMICA

Es el valor al que el calor es transferido, por conducción a través de una unidad de área de la sección transversal del material, cuando un gradiente de temperatura es aplicado al área perpendicularmente, el coeficiente térmico de conductividad, a veces es llamado factor K, y es expresado como la cantidad de calor que pasa a través de una unidad cubica de sustancia en una unidad dada de tiempo, cuando la diferencia de temperatura entre las dos caras es de un oF

#### 18 FLAMABILIDAD (índice de oxígeno)

Es la medida en la extensión en la cual un material soporta la combustión, la prueba es comúnmente usada y

-crito en la prueba ASTM D1433, los resultados son expresados en segundos requeridos para una muestra al quemarse sobre 6plg de su longitud .

#### 19 RESISTENCIA DIELECTRICA

Es la medida del voltaje requerido para perforar un material expresado en voltios, por mm de espesor, la figura de voltaje usado es el gradiente significativo de voltaje entre electrodos al que ocurre la caída eléctrica bajo las condiciones prescritas de prueba.

#### 20 CONSTANTE DIELECTRICA

Entre dos cuerpos cargados dieléctricamente existe una fuerza de atracción o repulsión que varía de acuerdo a la potencia de la carga, la distancia entre los dos cuerpos y las características de separación media de los cuerpos (la dieléctrica). Conocida esta fuerza como constante dieléctrica  $F$ , y se encuentra con la ecuación  $F = q_1 q_2 / Er^2$  en donde  $q_1$  y  $q_2$  respectivamente son cargas,  $r$  es la distancia y  $E$  es la constante dieléctrica. Para el vacío  $E$  es = 1.0000, en el aire  $E$  = a 1.00059, en la práctica la constante dieléctrica de un material es encontrado midiendo la capacitancia de un condensador de placas en paralelo usando el material como dieléctrico, posteriormente se mide la capacitancia del mismo condensador con vacío como dieléctrico y expresando los resultados como la relación entre las dos capacitancias, cuando el dieléctrico de un material polímero, en donde sus moléculas pueden reajustar sus posiciones en un campo alternado, la pérdida de energía resultante es llamada, factor de disipación

#### 21 FACTOR DE DISIPACION

Es la relación de la conductividad de una capacitor, en el cual el material es el dieléctrico para su susceptancia o la relación de su reactancia en paralelo a su resistencia en paralelo, la mayoría de los plásticos, tienen un bajo factor de disipación. Es una propiedad deseable porque minimiza pérdida de energía eléctrica, como calor.

#### 22 VOLUMEN DE RESISTIVIDAD

Es la relación entre el gradiente potencial paralelo de la corriente en un material, para la densidad de corriente en el sistema métrico, el volumen de resistividad en el material se expresa en ohm-cm es numericamente igual al volumen de resistividad entre las caras opuestas en cm<sup>3</sup> del material.

#### 23 BRUMOSIDAD

Es el aspecto nublado o turbio de una muestra de otra forma transparente, es causado por la luz dispersada dentro de la muestra o desde la superficie de la muestra. Para los propósitos del método de prueba ASTM D1003 para brumosis y transmisión luminica, en plástico transparente, brumosis es el porcentaje de luz transmitida que pasa a través de la muestra, desviada desde el rayo incidente hacia el frente poco más de 2.50 de promedio (ASTM D883-65T).

#### 24 TRANSMISION LUMINICA

Es la relación entre luz transmitida y luz incidente.

#### 25 INDICE DE REFRACCION

Es la relación, entre la velocidad de luz en el vacío y su velocidad en una muestra transparente. Es expresado como la relación entre el seno del ángulo de incidencia y el seno, del ángulo de refracción. El índice de refracción de una sustancia usualmente varía, con la longitud de onda de la luz refractada.

#### 26 DUREZA AL MELLADO

La dureza de un material está determinada por el tamaño del corte hecho por una herramienta de mellado bajo determinada carga, o la carga necesaria para producir penetración del mellador a determinada profundidad.



## BIBLIOGRAFIA

Plastics technology 1981-82  
The plastics manufacturing hand book and buyers' Guide  
Vo 27 No 6  
Mid June 81  
Machinery materials System  
for maximum productivity

Plastics Polymer Science and Technology  
USA John Wiley and sons  
Inc. Baijal, Mahendra D.

Manufactured in the USA  
Guide to Plastics 1972  
Property and Specification Charts  
by the Editors of Modern Plastics Encyclopedia

Designing with Plastics  
Report on the State of the Art  
GW Eherstein G. Erhard  
Hunser 1984 february, Publishers

Panorama Plástico  
Num. 2 año I. Enero-Febrero 1985  
Num. 10 año II. Mayo-Junio 1986  
Num. 6 año I. Sept.-Octubre 1985

Under Water Photography for Everyone  
Flip Schulke 1978  
Prentice - Hall; Inc.  
Englwood Cliffs N.J.

Optical Oceanography  
Elspeuier Press  
Jerlou N.G. 1968  
London, Amsterdam, New Jersey



Elementos de máquinas  
V. Doberovolski  
K. Zablonky  
A. Radchik  
L. Frilj  
Editorial Moscú 1980  
URSS

Ingeniería de manufactura  
U. Scharer  
J.A. Rico  
J. Cruz  
L. Solares  
R. Moreno  
CECSA 1984

Diccionario de los Materiales Plásticos  
Rosario Gallótti

Metal Mecánica  
Plubst S.A.  
mayo 1979  
22070 Bulgarograsso (Italia)

Light in the Sea  
ed. M.N. Hill  
John Wiley and Sons, New York  
Tyler E. and Preisendorfer, R.W. 1962

Underwater Research  
Cocking S.J. 1976 Improving Underwater Viewing  
Eds. E.A. Drew J.N. Lythgue and J.D. Woods  
Academic Press, London, New York, San Francisco

Plásticos Españoles  
ANAIP Asociación Española de Industriales de Plástico  
Catálogo 1982-83  
Dirección General de Exportación del Ministerio de  
Economía y Comercio



Introducción al Estudio del Trabajo  
OIT Publicaciones  
Tercera edición  
Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra.

Procesos de Manufactura  
Versión s1, mayo 1982  
B.H. Amstead  
Phillip F. Ostwald  
Nyron L. Bedeman  
CECSA