

6
29

ESTANQUE MODULAR

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

LICENCIADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

PRESENTA :

OSCAR CABRERA MANCILLA



UNIDAD ACADEMICA DE DISEÑO INDUSTRIAL

1985

UNAM





Universidad Nacional
Autónoma de México

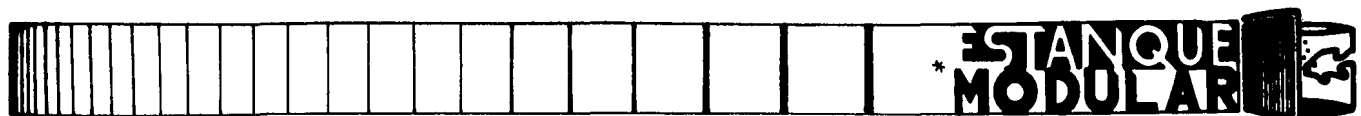


UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



* Pat. en trámite

1	INTRODUCCION	2
2	ANTECEDENTES	6
3	OBJETIVOS	10
4	LA PISCICULTURA EN MEXICO	
4.1	Breve reseña histórica.	12
4.2	Características de una estación piscícola.	13
4.3	Instalaciones empleadas.	16
5	DESARROLLO DEL PROYECTO	
5.1	Planeación general	21
5.2	Concepto de diseño	22
5.3	Análisis de materiales	23
5.4	Ferrocemento	26
5.5	Experimentación y construcción del prototipo	36
6	DISEÑO	
6.1	Fotografías	49
6.2	Planos	52
6.3	Memoria descriptiva	76
7	CONCLUSIONES	82
8	BIBLIOGRAFIA	86



1 INTRODUCCION

El desarrollo de muchas culturas y civilizaciones se ha efectuado cerca de porciones acuáticas; para resolver sus necesidades de tipo agrícola, ganadero y pesquero; para el aseo, mitigar la sed y hasta producir energía eléctrica.

El agua es indispensable para la vida; está presente en todas las funciones vitales y constituye un medio donde habitan múltiples formas animales y vegetales.

El hombre, por el interés que tiene y seguirá teniendo en producir alimento para una población en constante aumento, no sólo lo ha extraído del medio terrestre o acuático; sino que ha necesitado cultivar plantas y animales. Se inició con los cultivos agrícolas, después prosiguió con los animales terrestres y, al final ha iniciado el cultivo de animales y vegetales acuáticos.

Observando que si se les proporciona a los especímenes todo lo que ellos necesitan, y si se protegen de sus enemigos naturales, se reproducen abundantemente; aprovechándose así para la alimentación humana.

El cultivo de organismos acuáticos ha dado origen a una ciencia llamada Acuicultura; la cual se divide en múltiples ramas, según se cultiven bacterias, algas, protozoarios, crustáceos, moluscos, reptiles, peces, etc.

Países como China, Japón, E.E.U.U. y la U.R.S.S.; tradicionalmente han estado dedica-

dos al estudio amplio de sus recursos acuícolas y técnicas que se encargan del cultivo de organismos en aguas marinas, salobres y dulces.

La experiencia de China demuestra hasta que grado la Acuicultura puede constituir un componente integrante de la agricultura, aportando ventajas económicas, de productividad y sobre todo socioeconómicas a la población; basadas en la explotación racional e integral del medio terrestre y el acuático.

La República Mexicana cuenta con 200 millas marinas de mar patrimonial rodeando sus costas, cerca de 10 mil Km. de litorales y un poco más de 1.3 millones de hectáreas de aguas continentales. El explotar adecuadamente nuestros recursos acuícolas, es determinante para el desarrollo de nuestro país; para que sin dañarlos rindan su máxima producción.

Las aguas salobres mexicanas son de suma importancia para la pesca, sobre todo si hablamos del recurso camarero y ostionero; la producción piscícola también tiene su lugar con la captura de: lisas, robalos, huachinangos, etc.

La explotación del ecosistema agua dulce, se justifica técnicamente por su sencillez, facilidad de acceso y por los pocos parámetros que se tienen que manejar, cultivando peces principalmente. Ha dicha actividad se le llama Piscicultura.

En nuestro país el desarrollo de la piscicultura y su aplicación en aguas dulces, es una copia de la tecnología de los países más avanzados en esta zootecnia; los cuales primero han explotado las aguas dulces, después las salobres y muy escasamente las aguas marinas.

En México existe actualmente un Plan Nacional de Desarrollo Piscícola, encaminado a incorporar el recurso dulceacuícola a la economía del país; con el fin de producir proteínas de origen animal para lograr disminuir el alto índice de desnutrición que sufre nuestro pueblo; aparte de presentar un método diferente de hacer rendir el terreno con piscicultura; pudiendo integrarse a la agricultura y ganadería. Actividades con las que se obtienen ganancias y generan empleos para diversos profesionistas y técnicos.



2 ANTECEDENTES

La Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar tiene como tarea principal, formar el personal técnico, científico y docente necesario para desarrollar la Industria Marítimo-Pesquera.

La Dirección cuenta actualmente con 30 Centros de estudio distribuidos en la mayoría de las ciudades costeras de la República Mexicana; donde se imparten técnicas de pesca y acuicultura. Con la participación de los planteles educativos, se han iniciado proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Asimismo, en las oficinas centrales de la Dirección, se han puesto en marcha proyectos de diseño de productos con innovaciones tecnológicas o tendientes a sustituir productos de fabricación extranjera, así como material didáctico.

Para el área de acuicultura, dichos Centros carecen de una infraestructura que cubra totalmente las necesidades actuales y proyectos futuros para otros lugares, con estandarización de bajo costo y mantenimiento. En donde se controlen los parámetros que se deben vigilar para cultivar las principales especies con valor comercial y nutricional: carpa, mojarra, trucha, bagre y camarón; en sus diferentes estadios de crecimiento, hábitos alimenticios y adaptación climática. Por medio de un sistema que aporte ventajas para construirse con el menor tiempo posible en cualquier Centro educacional o Piscifactoría; utilizando mano de obra no especializada y excluyendo el uso de equipo,

maquinaria o material costoso e importado.

La realización de este proyecto requiere de Diseño Industrial; el cual es una actividad creativa, en la que se definen e integran soluciones técnicas y económicas, para la producción en serie de objetos que satisfagan necesidades concretas para determinado sector de la sociedad; mediante el desarrollo de nuevos productos o mejorando uno ya existente con ventajas funcionales y estéticas.

La adquisición de conocimientos científicos, técnicos, artísticos y de expresión gráfica; así como de habilidades para trabajar diversos materiales, son herramientas con las que cuenta el Diseñador Industrial para generar ideas al trabajar conjuntamente con otros profesionistas. En el presente proyecto colaboré junto con dos Biólogos y dos Ingenieros Civiles, en identificar los requerimientos objetivos y el establecimiento de alternativas; con las que definí las características de diseño, que lo harían útil al usuario y factible en su consolidación por los hombres que intervienen en su producción; determinar la forma, los materiales, acabados y procesos de manufactura que intervendrían en su realización.

Aparte, la Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar, ha establecido estrecha colaboración con el sector productivo, a fin de llevar a cabo acciones coordinadas para dar asesoramiento técnico y servicios asistenciales a las comunidades donde

se asientan los planteles, enseñándoles nuevas técnicas de captura y cultivo o medidas que ayudan al control de la contaminación acuática.

Además busca obtener una pequeña producción comercial con los productos que se diseñen para las oficinas centrales; poniéndolos a funcionar inicialmente en centros educativos o de investigación tecnológica del mar.

- 1) Mediante el presente proyecto se examina y presenta un resumen de las fases y procedimientos que condujeron a la adopción de un diseño particular, para proporcionar una solución de Diseño Industrial a una necesidad real.
- 2) Como respuesta hacia las prioridades nacionales de cubrir los requerimientos alimenticios y el desarrollo del sector Acuicultura.
- 3) Búsqueda de nuevas técnicas y materiales para hacer acuicultura, capaces de aplicarse y distribuirse a cualquier piscifactoría, centro educativo o lugar donde sea potencialmente explotable dicha actividad. Con el fin de producir especies valiosas, para reforzar de esta manera al Plan Nacional de Desarrollo Piscícola.
- 4) Introducción de estanquería modular, prefabricada a base de ferrocemento, con un sistema que permite su producción a bajo costo, con capacidad de respuesta y tecnología mexicana.
- 5) Comprobación práctica por medio de un prototipo experimental, para calificar los resultados e interés por parte de la Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar en producir masivamente dicho estanque modular.



**4 LA
PISCICULTURA
EN
MEXICO**

México, como muchos países del mundo, se inició con la explotación de las poblaciones silvestres de peces de lagos y ríos. Antes de la conquista, los indígenas explotaron e intentaron cultivar peces. Sin embargo la piscicultura tuvo muy poco desarrollo después de la guerra de independencia; algo que contribuyó a su impulso fue que a los religiosos se les prohibía comer carne roja durante gran parte del año; por lo que tuvieron necesidad de hacer piscicultura en estanques anexos a los monasterios, en donde alcanzó cierto auge, intentándose la domesticidad de especies como: charales y pecado blanco. Inclusive en 1884 se publicó el libro "Piscicultura de agua dulce", y en tiempo de Lázaro Cárdenas se impulsó nuevamente esta zootécnica dentro del Departamento Autónomo Forestal de Pesca. En 1957, se creó la Campaña Nacional de Piscicultura Agrícola, que popularizó el cultivo de carpa de Israel en el medio rural mexicano. A partir de 1960, la piscicultura China es representativa en México, lo mismo que el cultivo de varias especies del género carpa; gracias a la diversidad climática que hay en el país.

Actualmente México cuenta con 50 Centros piscícolas repartidos en el territorio nacional. En las partes montañosas se encuentran estaciones de aguas frías; propias para el desarrollo de salmónidos. Las estaciones de aguas templadas se localizan en el altiplano, donde se pueden cultivar ciprínidos, atenéridos y centrárquidos. Las estaciones de aguas cálidas cultivan básicamente cíclidos e ictalúridos; en el sureste.

Una estación piscícola es un área donde se encuentran las instalaciones adecuadas para el cultivo de peces: estanques, incubadoras, bodega, etc.; que tienen como función básica la producción de crías de las especies que se deseen desarrollar, con los cuidados que se les proporciona en sus diferentes estadios de crecimiento, para que el proceso se realice rápido y satisfactoriamente.

Según el método de cultivo que se aplique se divide en: extensivo e intensivo. El primero se realiza con pocos organismos en grandes volúmenes de agua, los cuales fueron destinados para otros fines como: riego, presas hidroeléctricas o lagos. El segundo se caracteriza porque se usan cuerpos de agua como: estanques, corrales, jaulas y silos; en donde se controlan los factores físicos y químicos para un gran número de individuos, se fertiliza el agua y se da alimentación complementaria; obteniéndose una producción mayor de organismos en tiempos cortos.

Los factores que se deben tener en cuenta para la construcción de una estación piscícola son los siguientes:

- 1) El sitio
- 2) El clima
- 3) El agua
- 4) El suelo

el sitio:

Debe seleccionarse un lugar que tenga un desnivel natural para que los estanques se puedan vaciar por gravedad.

La fuente de agua debe estar cercana y ser lo más abundante y constante posible; pudiendo proceder ésta de varios orígenes:

→ lluvia y escurrimiento.

(generalmente hay que hacer unas reservas para estos casos).

→ arroyos, ríos o lagos.

(el agua se dirige a los estanques por canales y es indispensable filtrarla antes de que llegue a ellos).

→ manantiales o pozos.

(esta agua es recomendable porque generalmente viene limpia y sin otros peces, por lo tanto no es necesario filtrarla, aun cuando requiere de bombeo y aireación).

el clima:

Será seleccionado el sitio según el área climática adecuada para la especie que se piensa cultivar.

el agua:

Debe evitarse que contenga jabón, recibir drenajes o pasar por campos agrícolas, don de se usen insecticidas o herbicidas.

Contener suficientes nutrientes, como fosfatos y nitratos para permitir una buena producción primaria de fitoplancton. El PH se procurará que sea medio (7.0) o ligeramente alcalino (7.3).

Si el agua es muy clara, debe fertilizarse; si es muy lodosa, dejarla sedimentar; si tiene algo de olor, tratarla con cal; el color verde o café brillante, indican que es buena y que contiene alimento. En cualquier caso debe estar bien oxigenada.

el suelo:

Debe ser impermeable para evitar filtraciones; de preferencia lo suficientemente arcilloso (20 al 30 %).

Si el terreno es arenoso, flojo, permeable o muy rocoso, el agua se filtrará y la construcción se dificultará; por lo que será necesario sellar e impermeabilizar de esta manera:

- A) Utilizando capas de arcilla aplanada en el fondo y los bordos.
- B) Empleando cemento para revestirlos totalmente.
- C) Alternando capas de materia orgánica y tierra permeable.

Pueden ser de origen natural, como: lagos, ríos, charcos temporales y manantiales.

O artificiales: piletas, estanques, canales de riego, bordos, encierros y jaulas.

Estos dos últimos sistemas artificiales consisten en un entramado cerrado por todas partes con mallas o redes, sujeto a una estructura fija para el caso de los encierros y flotante para las jaulas. Los materiales con los que se construyen los marcos suspendidos son: madera tratada contra la humedad, perfiles de acero galvanizado o tubos de aluminio; las mallas son de nylon; los flotadores son de poliestireno o formados con tambos metálicos recubiertos con pintura anticorrosiva. Las jaulas se fijan al fondo por medio de muertos de concreto, anclas o bolsas de arena.

Para los estanques, bordos, canales de riego y piletas, destacan dos tipos de sistemas constructivos:

1° Excavar directamente sobre el terreno cuando este es impermeable, utilizando la misma tierra que se saca, para formar desde uno a cuatro bordos, según sea la forma del terreno.

La pendiente de los bordos no debe ser muy pronunciada, generalmente corresponde un metro de altura por cada metro de ancho para el lado exterior y de uno es a dos metros para el lado interno; la cima del bordo debe de tener un ancho mínimo de un metro. La pendiente del fondo varía del 1 al 5 %.

2° En los lugares donde el suelo es muy rocoso o permeable se utilizan edificaciones de concreto armado o mampostería. En algunos casos el suelo puede permanecer de tierra aplanada o cubierta por una capa de grava.

El suelo sobre el que se construyen debe ser lo más estable posible; y usar cemento, grava y arena gruesas en una proporción 1:3:5.

Este tipo de construcciones son edificables cuando se explota en lo posible el área que se dispone; además constituyen una instalación más armoniosa y duradera.

- Los estanques son las piscinas más empleadas para el cultivo controlado de peces, por ser recintos de agua poco profunda, instalados de tal manera que puedan ser fácil y totalmente llenados y vaciados.

La entrada de agua a los estanques generalmente es por medio de una canaleta o un tubo que permita el flujo constante, regulado mediante una compuerta o llave de paso; con una malla amarrada al extremo del ducto que impide que los peces salgan por este medio.

Cualquier tipo de estanque cuenta con un drenaje para mantener el nivel de agua deseado o vaciarse completamente; ya sea por medio de tubos, monjes o compuertas.

tubos :

Es el más sencillo y se utiliza para estanques pequeños; se coloca en su parte más profunda, atravesando el bordo o muro principal para desembocar a un canal de desagüe.

monges :

Son adecuados para estanques con más de una hectárea cuadrada. Se construyen dentro del recinto, enfrente del bordo principal o muro; consisten en una caja hecha de madera o concreto, que sirve para detener al menos una rejilla o plancheta verticalmente, como barreras para evitar la salida de peces y regular el flujo de agua, que sale por un tubo colocado en la parte inferior trasera de la caja para desembocar al exterior del estanque.

compuertas :

Son recomendables cuando el estanque comunica con lagos, ríos o el mar.

►La oxigenación de los estanques se logra principalmente mediante la caída continua de agua por medio de un ducto; o bien, con oxigenadores eólicos. También se dan casos en que se oxigena con máquinas bombeadoras y tubería sumergida en el estanque.

La forma, altura y capacidad de la estanquería varía notablemente dependiendo de la

extensión y topografía del terreno; el tipo de piscicultura que se desee implementar, y según la edad y tipo de peces que se cultiven.

► Los parámetros o características de diseño para los estanques e instalaciones complementarias, estarán determinados por el resultado de estudios biológicos, económicos, financieros y constructivos.



**5 DESARROLLO
DEL
PROYECTO**

Comunmente un proyecto de Diseño Industrial comienza cuando se identifican las necesidades del cliente y usuario y se determinan los objetivos del proyecto; luego se establecen diversas alternativas de diseño para su solución, haciendo un análisis de las mismas para satisfacer los requisitos relativos a la seguridad, funcionalidad y factibilidad del proyecto y su realización.

Las principales necesidades de la Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar, eran las de contener a los organismos para cultivar en recintos seguros y al menor costo posible.

Para cubrir estos requisitos, se debería de contar con un material de construcción impermeable, incombustible, de gran resistencia y durabilidad; con el fin de evitar costos de mantenimiento por fisuras en el material, donde se escapara el agua.

Como las especies a desarrollar podrían ser: carpas, mojaras, truchas, bagres, e incluso camarones en sus diferentes etapas de crecimiento, se deberían adecuar las características y factores apropiados a sus hábitos de comportamiento, alimentación y adaptación a un ambiente artificial.

Erigir un estanque mediante un conjunto de módulos prefabricados, que unidos formen un recinto, pudiendo ser de distintas dimensiones y geometría, empleando el menor tiempo posible; con la peculiaridad de ser totalmente desarmable para adaptarse a futuros usos.

El propósito de la modulación es tener la opción de formar un estanque de tamaño reducido o uno extendido según sea la cantidad y etapa de crecimiento de los organismos a cultivar.

La prefabricación de los elementos es con el fin de disminuir los costos de producción, aumentar la rapidez de ejecución y controlar la calidad de las piezas antes de su armado.

El ser desarmable permite que el estanque acepte más módulos para crecer en un momento dado si se cuenta con más recursos económicos o densidad de organismos; incluso reinstalarse en otro lugar donde sea mayormente rentable la acuicultura. (Condiciones a las que en ocasiones está sometido el cultivo del agua).

Los materiales que se ocupan en cada época van dejando huella característica de la misma.

Un depósito elemental por su fácil construcción puede ser el excavado en tierra o roca autoestable, el cual únicamente exige ser impermeable; o en su defecto, pudiendo lograrse con morteros especiales, con láminas plásticas o asfálticas que cubran sus paredes.

Las técnicas y materiales empleados tradicionalmente para construir estanquería o depósitos de agua "in situ", tales como: arcilla, concreto armado, mampostería o membranas impermeables; son de un elevado costo y tiempo requerido en su ejecución y mantenimiento, debido a fisuras en las que se fuga el agua, provocadas por la carga de trabajo y contracciones del material.

Los plásticos reforzados con fibras de vidrio ofrecen resultados aceptables y duraderos en tanques pequeños; aunque se han tenido experiencias de no estar perfectamente recubiertas las fibras, provocando heridas a los peces. Además de ser un material combustible, presenta problemas con cargas hidrostáticas en muros de contención para estanques alargados.

Las nuevas técnicas empleadas al concreto armado permiten la construcción de elementos resistentes de menores espesores y cantidad de hierro, usando aceros de alta resisten

cia y mediante el pretensado o postensado de las varillas de la estructura. Su empleo exige un conocimiento técnico de aquellos sistemas y medios especiales para su correcta aplicación.

Otra técnica consiste en la realización de la obra principal en un taller, prefabricando los elementos estructurales y montándolos posteriormente en su lugar de destino.

Para esta modalidad son especialmente adecuados los siguientes materiales: plásticos reforzados con fibras de vidrio, acero inoxidable, concreto armado o ferrocemento.

Ciertos países desarrollados han investigado recientemente materiales compuestos y plásticos, como son: poliestireno expandido, poliestireno, timbaglass y ferrocemento; para utilizarse en granjas acuáticas, y con los cuales se han obtenido muy buenos resultados.

Algunos de ellos tienen comprobada su efectividad y durabilidad incluso en países subdesarrollados; otros como el timbaglass aún no se le conoce su vida útil, se calcula que es probablemente de 5 a 10 años.

El poliestireno expandido, poliestireno y timbaglass poseen características físicas y químicas idóneas, como: estabilidad estructural, resistencia, bajo peso, nula toxicidad y mantenimiento por fisuras; así como un reducido costo gracias a una alta producción

en serie. Desafortunadamente sus procesos de manufactura estan fuera de las máquinas, herramientas y mano de obra con las que cuentan los talleres de la Dirección General.

► El ferrocemento es un material que en su actual estado de desarrollo tiene aplicaciones muy amplias en estructuras marinas y terrestres; pues con sus características de impermeabilidad, incombustibilidad, resistencia y bajo costo inicial, pudiendo construirse en la obra y/o en forma prefabricada, con una vida durable de por lo menos 25 años; lo hacen un material con ventajas especialmente recomendables para aplicarse en estanquería.

Además un porcentaje elevado del costo total del producto lo origina la abundante mano de obra empleada en su fabricación, situación favorable para las características socio económicas de México.

Incluso no se requieren instalaciones o equipos que representen inversiones considerables, ni mano de obra especializada.

Por todas estas razones realicé una investigación bibliográfica más amplia en el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), sobre ferrocemento, consideraciones para el diseño, cálculo y construcción de elementos con este material y sus aplicaciones en nuestro país.

En general, el ferrocemento se considera un material compuesto hecho de capas de malla o de un emparrillado de acero de diámetro pequeño, dentro de un mortero de cemento portland, ligados íntimamente para formar una estructura rígida de espesores delgados, en donde la resistencia y la rigidez se logran mediante la forma del elemento

el refuerzo:

Generalmente consiste en alambres delgados, ya sean entretrejididos o soldados; pero el requisito principal es que sea fácil de manejar. La función de la malla de alambre y de la varilla de refuerzo es, en primer lugar, actuar como marco para dar forma y para sostener el mortero en estado fresco.

Cuando endurece el mortero, la función de la varilla es absorber los esfuerzos de tensión sobre la estructura, que el mortero por sí solo no podría soportar.

El comportamiento mecánico del ferrocemento depende en gran parte, del tipo, cantidad, orientación y propiedades de resistencia de la malla y de las varillas de refuerzo.

el mortero:

El cemento es un material con propiedades de adherencia y cohesión que lo hacen capaz de aglutinar fragmentos minerales en una masa compacta, llamada mortero.

Normalmente está hecho de cemento portland y arena común de sílice. En presencia de agua, el cemento reacciona para formar un gel cementante que con el tiempo produce una masa firme y dura.

Las propiedades del cemento se rigen por el tipo y calidad de los materiales que lo constituyen, la proporción en que están combinados, sus condiciones de preparación y factores ambientales.

los agregados:

Es el término dado al material inerte disperso dentro de la pasta de cemento, ocupando del 60 al 70 % del volumen del mortero; por lo tanto deben ser fuertes, impermeables y capaces de producir una mezcla suficientemente trabajable, con una relación agua/ cemento mínima para lograr la penetración apropiada en la malla.

El agregado empleado normalmente es arena natural que puede ser de materiales como: sílice, roca basáltica, piedra caliza o coral blando.

La granulometría de las partículas de arena es importante y debe cumplir, en lo posible, con especificaciones técnicas para los agregados del concreto.

el agua:

La calidad del agua para mezclar el mortero es importante para el ferrocemento endu-

recido resultante. Las impurezas del agua pueden interferir en el fraguado del cemento y afectar adversamente la resistencia, provocar manchado en la superficie o corrosión del refuerzo.

En ningún caso debe usarse agua de mar para mezclar el mortero, ya que aumenta el riesgo de corrosión de la malla y del refuerzo. Generalmente el agua de los servicios públicos es satisfactoria y no requiere ningún tratamiento adicional.

aditivos :

Pueden usarse aditivos para alterar o modificar sus propiedades. La mayor parte de los aditivos se emplean para mejorar la trabajabilidad, reducir la exigencia de agua o para prolongar el fraguado del mortero.

recubrimientos :

Por lo general, las estructuras de ferrocemento no necesitan protección alguna, a no ser que se sometan a fuertes ataques químicos que dañen la integridad estructural de sus elementos. Aunque bien pueden admitir aplanados, capas de pintura, recubrimientos de vinil y epóxicos, etc.

Durante los últimos años se han publicado numerosos estudios y ha aumentado la confianza en este material con los excelentes resultados obtenidos.

La historia del ferrocemento es muy interesante y se remonta hasta 1852, cuando Joseph Louis Lambot construyó varios botes de remos, maceteros, asientos y otros artículos con un material que llamó "Ferciment" en una patente. Sus barcos se construyeron de 3.66 m. de largo y 1.22 m. de ancho con espesores delgados de 2.5 a 3.8 cm., reforzados con emparrillado y malla de alambre.

Muchos constructores de botes siguieron las técnicas de Lambot durante la segunda mitad del siglo diecinueve.

A principios de 1940, un notable ingeniero arquitecto italiano, Pier Luigi Nervi, resucitó la idea original de Lambot al observar que reforzando el concreto con capas de malla de alambre se obtenía un material que presentaba las características mecánicas de un material homogéneo equivalente y que demostraba tener gran resistencia al impacto.

Posteriormente diseñó y construyó diversas techumbres y barcos de poco tonelaje. Por lo que el ferrocemento fue aceptado por la Armada Italiana.

Los chinos habían estado construyendo barcos de ferrocemento mucho antes de la 2a.

guerra mundial.

El ferrocemento logró una aceptación general hasta principios de la década de los sesenta, principalmente en Reino Unido, Nueva Zelanda y Australia.

El Departamento de Pesca de la F A O, mostró interés en el uso de este material para la construcción de barcos pesqueros en los países en desarrollo.

A principios de 1977, el American Concrete Institute (ACI) estableció una revisión del estado de la tecnología y una posible reglamentación para la práctica de dicho material.

En 1978 se construyó en Leningrado una estación de superficie para el Metro de 43 m. por 1.60 m. con una cubierta continua de ferrocemento.

Actualmente existe una revista especializada en información a nivel mundial sobre dicho material, llamada "Journal of Ferrocement".

En México, existen personas dedicadas a la investigación y aplicación del ferrocemento en estructuras prefabricadas para casas habitación, canales de riego, techumbres y embarcaciones, por citar algunas; incluso se han expuesto en simposiums los trabajos realizados con dicho material. Existiendo publicaciones nacionales de resultados obtenidos con pruebas mecánicas, investigaciones de campo y fotografías.

► **propiedades básicas:**

Desde la década pasada se han efectuado estudios sobre las propiedades mecánicas del ferrocemento; algunas de ellas no han sido suficientemente investigadas hasta la fecha, y no se dispone de suficiente información técnica para sugerir fórmulas de diseño aceptables. En otros casos sí existe investigación como para realizar aproximaciones tentativas de diseño.

La resistencia del ferrocemento, durabilidad y permeabilidad, están consideradas como sus propiedades más valiosas. Sin embargo dependen directamente de las propiedades del mortero endurecido y el refuerzo.

Idealmente el ferrocemento actúa como un material homogéneo en el rango elástico. Cuando una muestra de este material compuesto se somete a esfuerzos de tensión crecientes, se observan tres niveles de comportamiento clasificados de acuerdo con el ancho de las grietas que van apareciendo:

rango elástico

En este nivel no existe evidencia de formación de grietas aun cuando se observen con aumento.

rango de agrietamiento

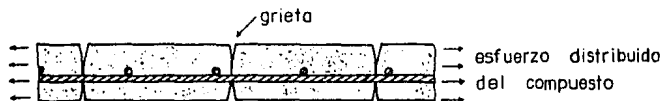
Es el momento de formación y ensanchamiento de grietas originales muy finas que están en función de la Superficie específica del refuerzo.

rango de fluencia

Conforme se incrementa la carga, el proceso de ensanchamiento de las grietas continua. Antes de llegar a este nivel, ya se ha desarrollado el número máximo de grietas formadas.

Dichos estudios revelan grietas más numerosas pero mucho más finas que el concreto reforzado tradicional.

Los especímenes demuestran que el ancho de las grietas es casi cero en las áreas de contacto del acero con el mortero y va aumentando hacia las capas superiores. Por lo tanto el ancho de las grietas puede reducirse aumentando la adherencia entre el refuerzo y reduciendo el espesor de la capa de mortero.



Esto se puede explicar de la siguiente manera:

- Los esfuerzos de tensión en el mortero están distribuidos uniformemente sobre las fibras del refuerzo, las cuales mantienen determinado esfuerzo de adherencia con la matriz (cemento-arena).

- Las primeras grietas se forman en secciones críticas al azar, donde el esfuerzo uniforme de tensión excede a la resistencia de la matriz; es decir ocurre un deslizamiento entre el mortero y las varillas o alambre de refuerzo.
- Nuevas grietas se forman conforme aumenta la carga externa y el esfuerzo uniforme de la matriz excede su resistencia a la tensión.
- Cuando la separación entre las grietas impide transferir suficiente esfuerzo en la matriz dejan de aparecer, su distanciamiento se mantiene constante, pero su ancho aumenta conforme se incrementa el esfuerzo de tensión del refuerzo. (Porque la matriz en las secciones de grietas esta libre de esfuerzo y la fuerza la recibe el acero).
- ◆ Se ha observado que la Superficie específica * y la fracción de Volúmen*, se relacionan con el comportamiento de agrietamiento del ferrocemento.

* La superficie específica está definida como la superficie de contacto del acero de refuerzo existente en la zona de prueba entre el volúmen del espécimen en esa misma zona. (S_L).

* El volúmen de refuerzo es la relación de volúmen de acero de refuerzo existente en la zona de prueba entre el volúmen del espécimen en esa misma zona. (V_R).

Los esfuerzos de tensión a los que se produce el agrietamiento inicial, son proporcionales a la S_L del refuerzo.

- Para que el ferrocemento se pueda analizar como un material homogéneo, la literatura existente menciona un rango de S_L ; siendo los valores usuales los comprendidos entre 2 y 3 cm^{-1} ó por lo menos superior de 0.5 cm^{-1} . Para cantidades inferiores el material se comporta como si fuera un mortero reforzado y se debe analizar igual que el concreto.
- El propósito de diseño en estructuras de ferrocemento no es evitar las grietas sino limitar su ancho para poder mantener la eficacia de la estructura. Por lo tanto un buen cálculo del ancho de las grietas es de gran importancia.

Puede decirse que mientras más dúctil sea la malla de alambre o menor sea su resistencia a la fluencia, más anchas serán las grietas.

Las variaciones en granulometría, volumen o tipo de arena y relación cemento-arena, no han demostrado efectos importantes sobre la resistencia a la tensión del ferrocemento.

Para algunas estructuras el acero del armazón utilizado longitudinalmente o como zuncho en secciones tubulares, es completamente efectivo para resistir el esfuerzo último de corte y momento torsional. Los resultados de fluencia y contracción revelan una mayor deflexión de las muestras reforzadas con malla y acero de armazón, que las reforza-

das solamente con malla.

La durabilidad del ferrocemento puede verse afectada si se daña la integridad del mortero que protege de la corrosión al refuerzo; debido a causas internas dentro del mismo mortero como: la reacción alcalina del agregado, cambios de volumen debido a las diferencias en las propiedades térmicas del agregado y la pasta de cemento y sobre todo a permeabilidad del mortero. O bien a causas externas físicas, químicas o mecánicas, las cuales pueden deberse a: temperaturas extremas, la abrasión, la acción electrolítica, contracción y expansión debido a congelación y deshielo, secado y humedecimiento alternado.

- El grado de permeabilidad dependerá en gran parte de las características del mortero, de la compactación lograda en la colocación del mismo y del curado aplicado. El tipo de refuerzo no influye en el comportamiento ante este efecto.

Puede decirse que la durabilidad del ferrocemento aumenta con mezclas de mortero ricas y reposadas que producen elementos impermeables y endurecidos. Como prueba de esto, las publicaciones citan la existencia de cascos de embarcaciones de más de 100 años de antigüedad.

No obstante que se han obtenido experiencias positivas con el empleo del ferrocemento en diversas partes del mundo, el uso de diferentes tipos de refuerzo, y algunos de los métodos utilizados para los ensayos han variado de una investigación a otra, llegando a ser contradictorios en algunos casos.

En vista de estas discrepancias que en gran parte se deben a que no existen métodos de ensaye estandarizados, juzg^e conveniente estudiar y determinar el comportamiento del ferrocemento fabricado con materiales de fácil adquisición en el país . Por lo que realicé una investigación práctica en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, donde se cuenta con equipo para efectuar pruebas al prototipo y determinar algún índice para estimar el grado de permeabilidad logrado con este material.

Para el diseño de las piezas prefabricadas de ferrocemento, desarrollé dos sistemas constructivos sencillos y económicos, aptos para utilizar mano de obra no especializada bajo condiciones técnicas totalmente acordes a los talleres donde se fabricarán los estanques; con el propósito de evaluar su eficiencia, costo y tiempo empleado en cada una de las partes.

El primer sistema consiste en el colado del módulo recto sobre un molde que contiene materiales y texturas para desmoldar las piezas con los acabados finales integrados a la cara externa del módulo que forma el estanque; entonces el acatado de la cara supe

rior y que 'estará en contacto con el agua, se realiza puliendola con llana metálica.

El segundo procedimiento permite el formado de los módulos curvos, en moldes aún más sencillos, donde el acabado final de la cara interna se logra por la superficie pulida del molde. El acabado exterior se dá durante las etapas tempranas de fraguado.

En ambos casos la compactación del mortero se realiza manualmente por golpeteo externo a la cimbra y presionando el mortero con un enrasador, que además sirve para controlar el espesor del elemento colado.

Otra de las variables estudiadas fue la cantidad y tipo de refuerzo más adecuado para la fabricación de modelos experimentales y prototipos de los módulos.

Para seleccionar el tipo de refuerzo empleado, hice una revisión de las mallas que pueden adquirirse facilmente en el comercio; y aunque pueden ser de varias formas y calibre, identifiqué las más funcionales en cuanto a tamaño, resistencia, moldeabilidad y fácil aplicación del mortero sobre ellas. La selección es la siguiente:

Mallas cuadradas de 6 X 6 mm; y de 13 X 13 mm.

Hexagonal (gallinero) de 14.3 X 19 mm; y 26 X 39 mm.

Metal desplegado (E-10-22) de 12 X 27 mm., (1 Kg/m).

Para determinar sus ventajas analicé los estudios experimentales efectuados en el Instituto de Ingeniería bajo comportamiento a tensión, tanto el de la malla sola como ahogada en mortero.

Cabe mencionar que para los tipos de mallas estudiadas, la capacidad de tensión del refuerzo ensayado en forma de malla difiere de la obtenida cuando se prueba conjuntamente con el mortero; razón por la cual los esfuerzos se relacionan únicamente con los valores de S_L y V_R .

Desde el punto de vista de resistencia a tensión la malla que presenta mejor comportamiento es la cuadrada de 13 X 13 mm.

Si se considera el agrietamiento se observa que la malla más favorable es la de metal desplegado E-10-22.

Desde el punto de vista de su eficiencia/costo por Kg/cm^2 de resistencia a tensión, la malla más recomendable es la de metal desplegado E-10-22.

Por lo tanto, en la realización del prototipo de módulos, elegí la malla de metal desplegado E-10-22 dadas sus ventajas, además de presentar una estabilidad estructural que resiste su abultamiento mientras se efectúa el formado del refuerzo requiriendo de po-

cos amarres para unir las capas de malla.

Para tener idea de la cantidad de refuerzo que requiere cada módulo, consideré una placa de 1 cm. de espesor reforzada con dos capas de malla de metal desplegado de 12 X 27 mm., cal. 24 (0.55 mm.) X 1.65 mm. de ancho de la sección. Con el fin de obtener material isotrópico, (es decir considero la carga del elemento en dirección horizontal y vertical) relacionandola con los valores de S_L y V_R como lo recomienda la literatura consultada.

cálculos:

En el diseño de estructuras de ferrocemento, su comportamiento puede ser determinado desde el punto de vista de su agrietamiento o bien de su resistencia.

Como los esfuerzos de tensión a los que se produce el agrietamiento inicial, son proporcionales a la superficie específica del refuerzo, se pueden calcular así:

$$S_L = \frac{0.94 (n_1) + 0.49 (n_2)}{t} ; \text{Sustituyendo tengo } S_L = 1.43 \text{ cm}^{-1}$$

n_1 = número de capas de malla en sentido longitudinal

n_2 = número de capas de malla en sentido transversal

t = espesor de la placa considerada

El esfuerzo permisible para que el ferrocemento se pueda considerar prácticamente impermeable, para refuerzo de metal desplegado; esta en un ancho de grieta entre 0.02 y 0.05 mm.. Y se calcula de la siguiente forma:

$$f_t = 11 + 12 S_L \geq 25 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{sustituyendo } f_t = 11 + 12 (1.43) = 28.16 \text{ Kg/cm}^2 \gg 25 \text{ kg/cm}^2$$

Los esfuerzos de tensión máximos promedio, se pueden calcular con la expresión:

$$f_t \text{ máx} = 18 + 32 S_L \geq 25 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{sustituyendo } f_t \text{ máx} = 64 \text{ Kg/cm}^2 \gg 25 \text{ Kg/cm}^2$$

Ahora bien, las condiciones de carga a las que estan sometidos los módulos curvos y rectos se analizan de la siguiente manera:

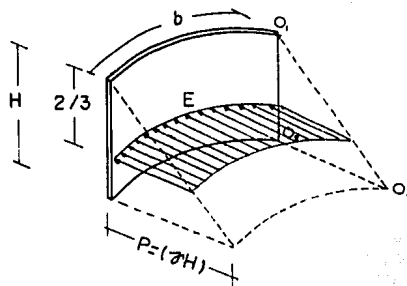
Las paredes del depósito contendran al líquido y resistiran su presión, la cual dependerá de la altura del recipiente y densidad del agua que lo llena. Esta presión actua en todos sentidos y por lo tanto sobre las paredes produce un empuje :



Llamando γ a la densidad del líquido y H a la altura del depósito, la presión máxima que se encuentra en el fondo, es:

$$P = \frac{\gamma \times H}{1000} = \text{Kg/cm}^2 \quad ; \quad \text{sustituyendo } P = 0.12 \text{ Kg/cm}^2$$

La presión de un líquido sobre el paramento de un muro esta representado por un triángulo de altura y base igual a H. El empuje es horizontal y por estar aplicado al centro de gravedad del triángulo representativo de las presiones $O_1 - O_2 - O_3$, esta aplicado a $2/3$ de H sobre el nivel del líquido.

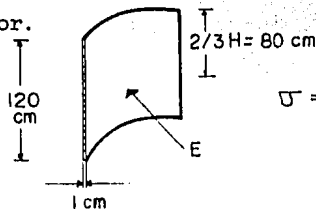


Y se calcula así:

$$E = \frac{P \times H \times b}{2} = \text{Kg}$$

$$E = \frac{0.12 \times 120 \times 118}{2} = 849.6 \text{ Kg}$$

Conociendo el valor del empuje se calcula el esfuerzo al que están sometidos los módulos de 1 cm. de espesor.



$$\sigma = \frac{F}{A} = \text{Kg/cm}^2; \quad \sigma = \frac{850 \text{ Kg.}}{30 \text{ cm.}} = 10.6 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto el esfuerzo aplicado es mucho menor que el esfuerzo resistente del ferrocemento considerado; teniendo entonces un factor de seguridad del orden de 2.5 considerado para manejo y acarreo de las piezas.

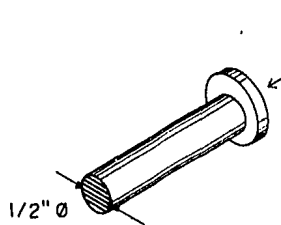
El esfuerzo al que esta sometido cada tornillo hexagonal para unir dos módulos, es:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{850 \text{ Kg}}{1.27 \text{ cm.}} = 669 \text{ kg/cm}^2$$

Diámetro del tornillo en mm = 12.7

Area nominal en $\text{cm}^2 = 1.27$

σ fluencia pernos acero = 3000 Kg

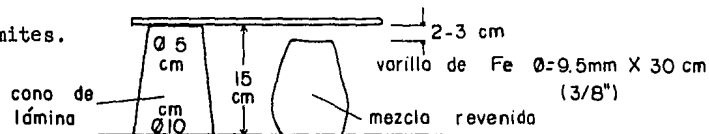


FACTOR DE SEGURIDAD

$$\frac{\sigma_{\text{real}} = 3000}{\sigma_{\text{diseño}} = 669} = 5$$

La preparación del mortero esta considerada en base al tipo de fabricación de los módulos, cantidad de refuerzo y método de compactación utilizado; empleando mezclas ricas y de consistencia plástica, con relación arena/cemento = 1.75: 1 en volumen. Como la relación agua/cemento debe mantenerse lo más baja posible para darle al material calidad y trabajabilidad consistente, procuré fuera lo más cercana a 0.50 en proporción, dependiendo del grado de humedad de la arena en el momento de su preparación.

Para controlar la consistencia de las mezclas, efectué pruebas de revenimiento de 2 a 3 cm, medidas en un cono de tamaño reducido mostrado en la figura; conservandolas dentro de dichos límites.



Tomando en consideración la separación de las mallas de refuerzo y el espesor de los módulos, la arena fue cribada en malla no. 8 (2.36 mm) para preparar el mortero.

El cemento utilizado fue portland puzolánico, por presentar buena resistencia e impermeabilidad al ataque de agentes destructivos de las aguas ácidas, sulfatos de sodio y magnesio, bajo nivel de calor de hidratación y costo competitivo.

El uso de aditivos acelerantes, reductores de agua o impermeabilizantes, lo evité pa-

ra observar los resultados producidos al menor costo posible sin agregar dichos ingre-
dientes.

Los moldes constan de una mesa fija con la forma y textura deseada, en donde se depo-
sitán la mezcla y el refuerzo; y de costados movibles que facilitan el armado del re-
fuerzo y desmoldar la pieza colada.

La prefabricación de las piezas es fácil, divertida e incluso se adquiere habilidad
rapidamente. Puede ejecutarse por una persona y la ayuda de otra, para que se realice
la producción de dos módulos de ferrocemento o cuatro de cimentación, empleando una
jornada laboral de 8 hrs.

El proceso de fabricación es como sigue: En un área se habilitan las mallas o vari-
llas cortadas, dobladas y amarradas; sobre el molde debidamente lubricado se coloca
la estructura de refuerzo y cierran los costados movibles, se prepara la mezcla y cue-
la con los acabados necesarios integrados al molde; dejandola en reposo hasta el día
siguiente cuando se inicia el ciclo desmoldando y sacando la pieza fraguada para tras-
ladarla a un patio, donde se cubre con bolsas de cemento y arena húmeda para curarse
por espacio de 72 horas.

Antes de fabricar las piezas definitivas para el prototipo, realicé modelos a escala

de moldes, módulos y un estanque circular; con el fin de experimentar los sistemas de producción adoptados, observar el comportamiento estructural en cada una de las partes y verificar la impermeabilidad del estanque de ferrocemento.

Al realizar el prototipo, comprobé que se logran espesores mucho más uniformes y perfilados con el sistema adoptado en el molde de módulos rectos; aunque para esto se requieren ángulos de salida del orden de 20 a 25 % .

Los módulos muro presentaron un comportamiento estructural satisfactorio; pero modifiqué su diseño original añadiéndole una nervadura como elemento rigidizante y de apoyo para efectos de manejo con la pieza.

Los procedimientos manuales de golpeteo contra la cimbra y sistema de enrasado, son suficientes para lograr la penetración total del mortero en la malla y asegurar una buena compactación del mismo. Cuando se hace apropiadamente no requiere de vibradores eléctricos.

El tipo de acabados que presento en el prototipo del estanque modular son algunos de la variedad que puede admitir. Su preferencia dependerá del usuario o fabricante :

Texturas gruesas o finas= dejando expuestos determinados agregados.

Superficies lisas = gracias a un molde pulido.

Aparentes = por medio de dibujos integrados al molde.

Para las estructuras marinas de ferrocemento, es necesario un recubrimiento protector del ataque químico. Esta protección se ha efectuado con pinturas de tipo vinílico o epóxico por muchos fabricantes de ferrocemento.

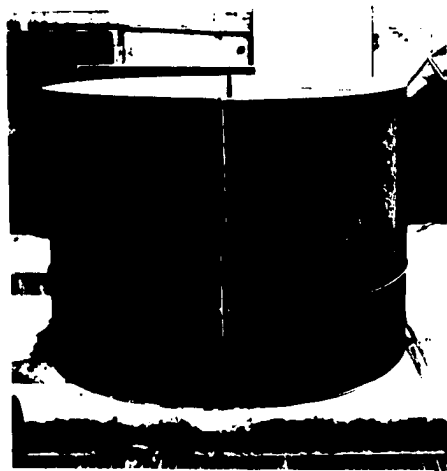
En el prototipo utilizo pintura vinílica recubierta con silicato de sodio (en varias concentraciones) por razones estéticas y de economía en su empleo; produciéndose un acabado vidriado de muy alta resistencia, totalmente lavable, protector de soluciones salinas y ácidos orgánicos.

El armado del estanque se realiza fácil y rápidamente por dos personas en 15 minutos más una hora para aplicar el sellador de juntas. El acarreo de los módulos y fijación de los tornillos hexagonales no presentan ningun problema.

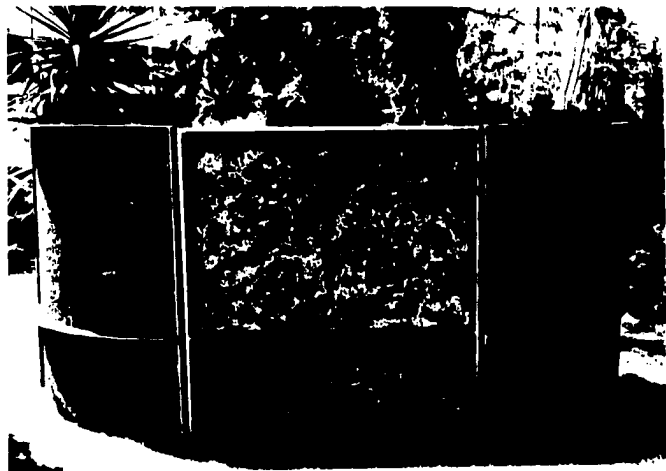
Las fugas de agua a través de las juntas selladas fueron totalmente nulas, asimismo estos cordones tampoco se vieron afectados por los rayos solares, intemperismo o contacto prolongado con el agua dulce o salada.

Los resultados de las pruebas comparativas de evaporación contra filtración de agua en el estanque lleno, revelaron impermeabilidad en los módulos de ferrocemento.

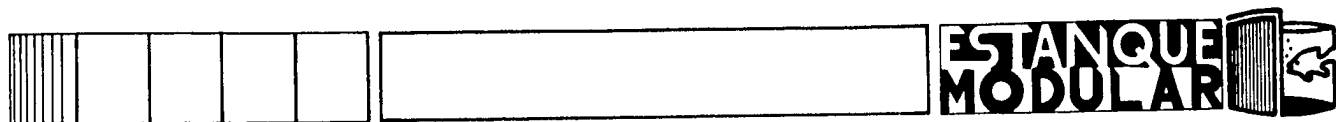
El estanque modular en conjunto presenta estabilidad estructural, resistencia y firmeza.

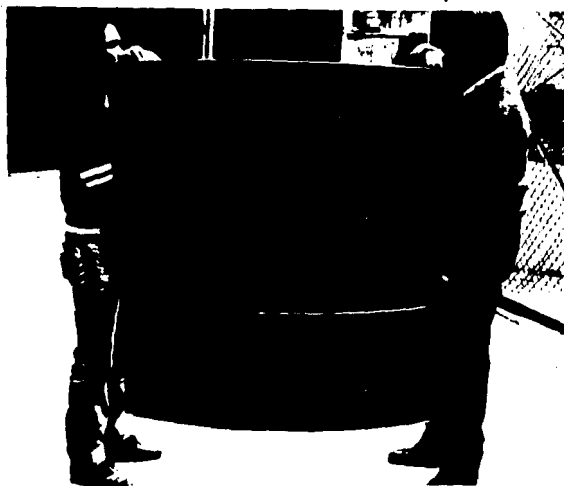


estanque de
forma circular

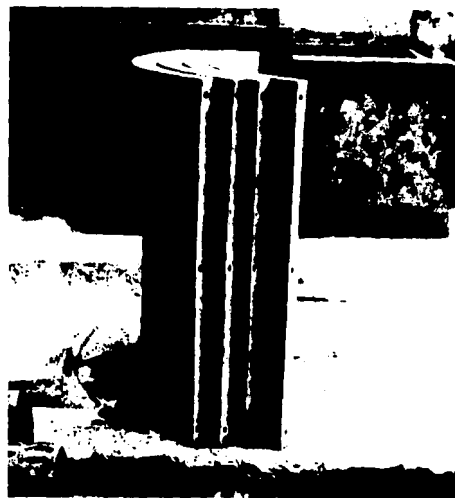


estanque de
forma alargada



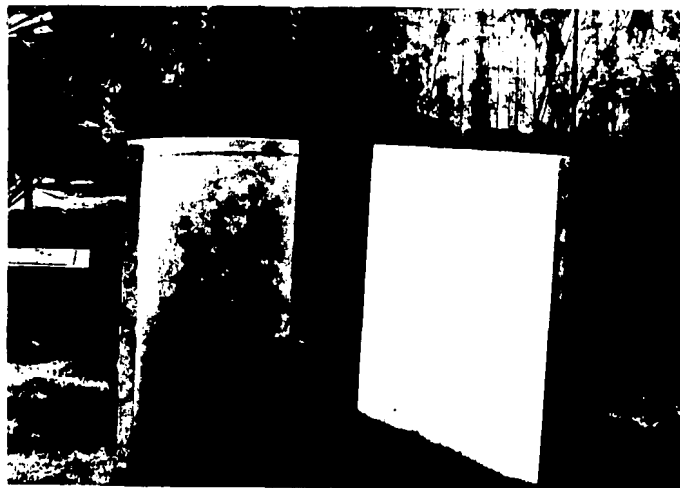


facilmente transportable

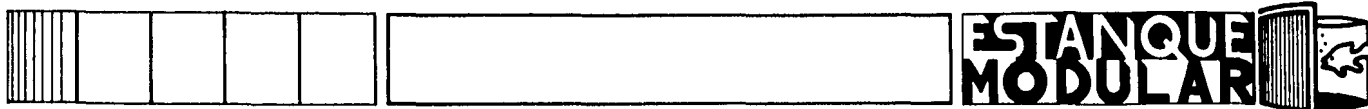


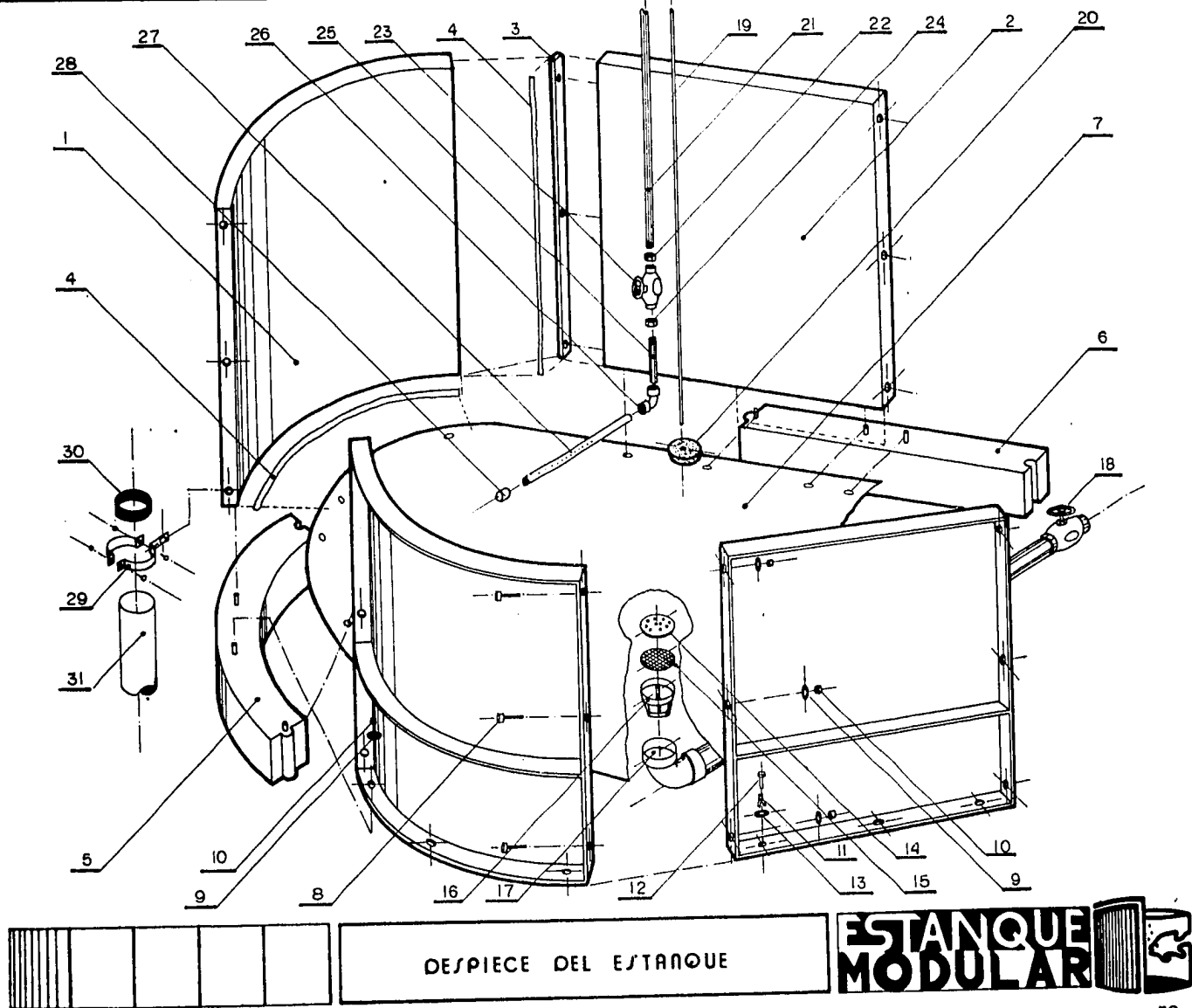
ocupa un mínimo espacio en su almacenamiento





caras interiores

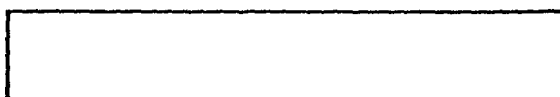




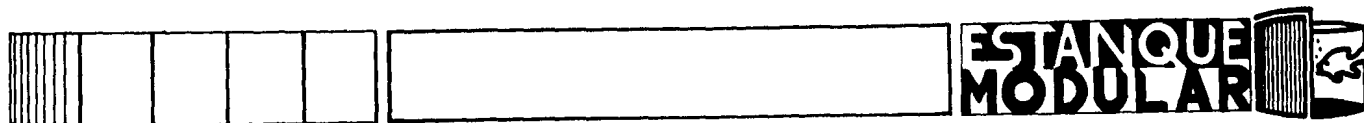
DESPIECE DEL ESTANQUE

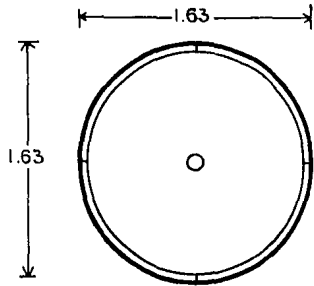
ESTANQUE MODULAR

15	Filtro (opcional)	Nylon	Comercial	1	reticula variable
14	Rejilla plástica	PVC	Comercial	1	
13	Roldana plana	Acero galvanizado	Comercial y Tropicalizado	12 mín.	$\frac{1}{2}$ " ϕ int. X 1/8" espesor
12	Tornillo hexagonal	Acero galvanizado	Comercial y Tropicalizado	12 mín.	1/4" ϕ X 2" largo.
11	Taquete de expansión	Acero galvanizado	Comercial y Tropicalizado	12 mín.	1/4" ϕ interior
10	Tuerca hexagonal	Acero galvanizado	Comercial y Tropicalizado	12 mín.	$\frac{1}{2}$ " ϕ interior
9	Roldana plana	Acero galvanizado	Comercial y Tropicalizado	24 mín.	$\frac{1}{2}$ " ϕ int. X 1/8" espesor
8	Tornillo hexagonal	Acero galvanizado	Comercial y Tropicalizado	12 mín.	$\frac{1}{2}$ " ϕ X 2" largo
7	Base impermeable	Eternobutil	Comercial	1	1 mm. de espesor
6	Módulo cimentación	Concreto armado	Colado en molde	2 mín.	15 X 20 X 12l cm.
5	Módulo cimentación	Concreto armado	Colado en molde	2 mín.	15 X 20 cm.
4	Sellador de juntas	Asfalto y relleno	Comercial	1 litro	cordón = 1X 1.5 cm.
3	Tira comprimible	Material bituminoso	Comercial	4 mín.	1.3 X 5 X 120 cm.
2	Módulo recto	Ferrocemento	Colado en molde	2 mín.	1 cm. de espesor
1	Módulo curvo	Ferrocemento	Colado en molde	2 mín.	1 cm. de espesor
CLAVE	NOMBRE	MATERIAL	PROCESO	CANTIDAD	ESPECIFICACION

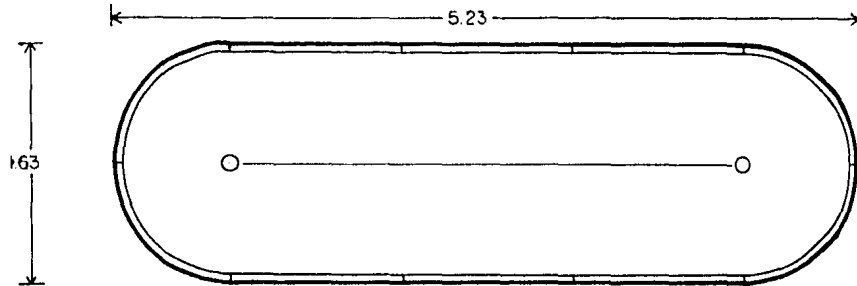


31	Ducto de agua	PVC	Comercial	1	Diámetro variable
30	Empaque p/abrazadera	neopreno	Comercial	2	50 mm. de ancho
29	Abrazadera	Comercial y Tropicalizado	Comercial	2	Diámetro variable
28	Tapón espiga	PVC tipo roscar	Comercial	1	DN 32 hidráulico
27	Tubo (long.variable)	PVC tipo roscar	Comercial	1	DN 32 hidráulico
26	Codo unicople 45°	PVC	Comercial	1	DN 32 hidráulico
25	Tubo (long. variable)	PVC tipo roscar	Comercial	1	DN 32 hidráulico
24	Tuerca unión	PVC	Comercial	1	DN 32 hidráulico
23	Válvula de paso	PVC	Comercial	1	DN 32 tipo globo
22	Tuerca unión	PVC	Comercial	1	DN 32 hidráulico
21	Ducto de agua	PVC tipo roscar	Comercial	1	DN 32 hidráulico
20	Soporte flotante	Corcho	Comercial	1	4" ϕ ext., 3/8" ϕ int. X 3/4" espesor
19	Tubo de aireación	Poliétileno	Comercial	1	3/8" ϕ Alta densidad
18	Válvula de desagüe	PVC	Comercial	1	DN 100 tipo globo
17	Codo unicople 87°	PVC	Comercial	1	DN 100 sanitario
16	Cuerpo	PVC	Comercial	1	
CLAVE	NOMBRE	MATERIAL	PROCESO	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES

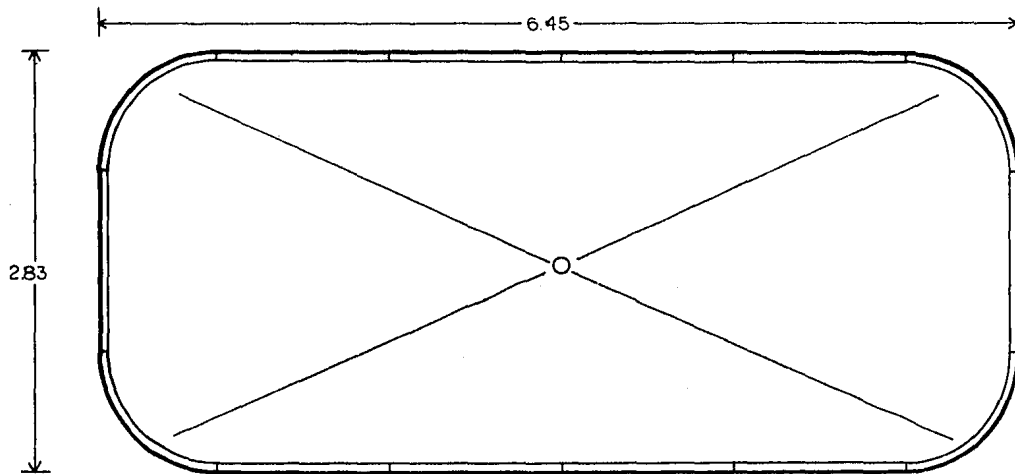




FORMA CIRCULAR
CAP. 2 m³



FORMA ALARGADA
CAP. 8.5 m³



FORMA CUADRILATERA
CAP. 20 m³

VISTAS EN
PLANTA

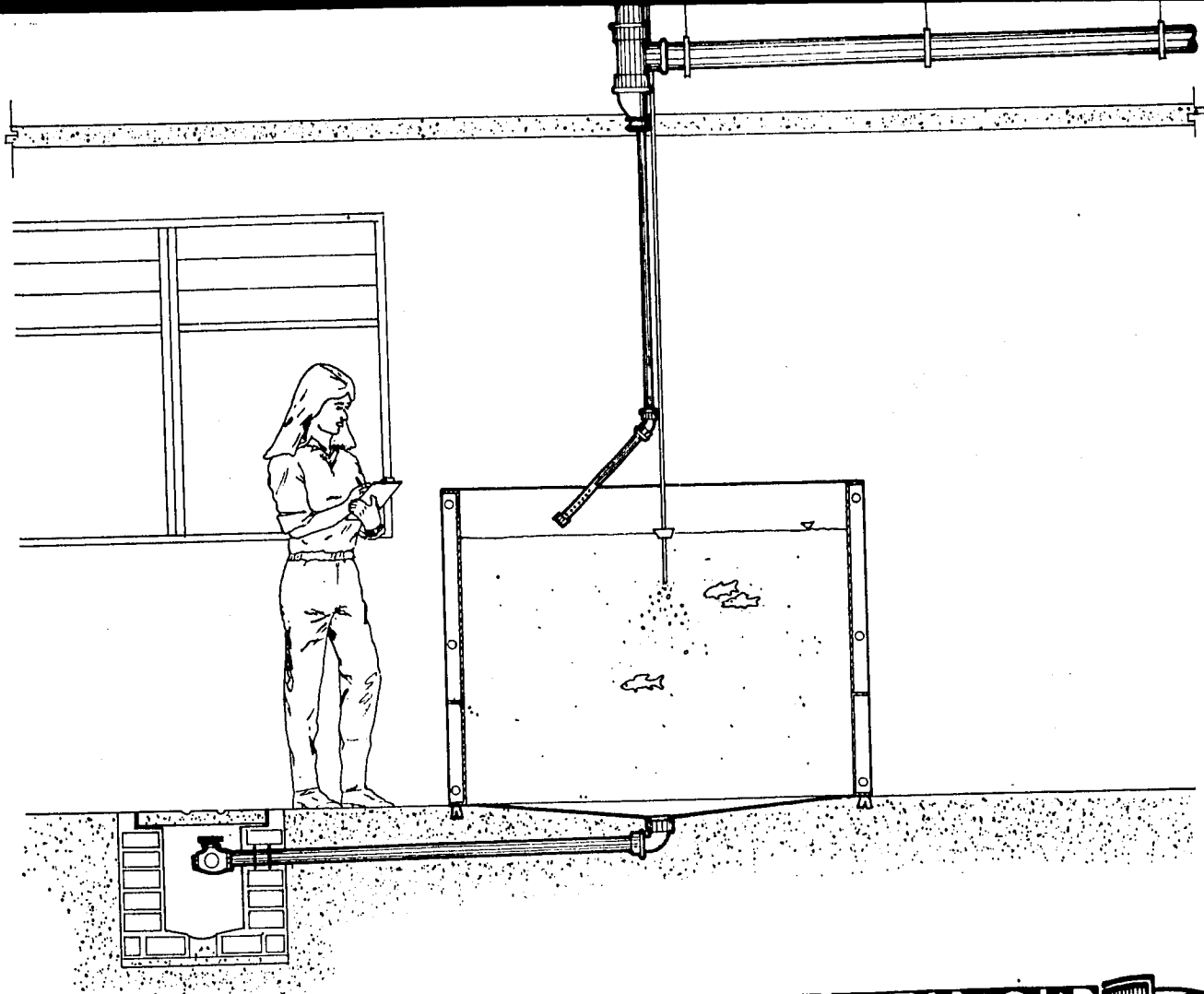
cot. en mts.

ESC: 1:40



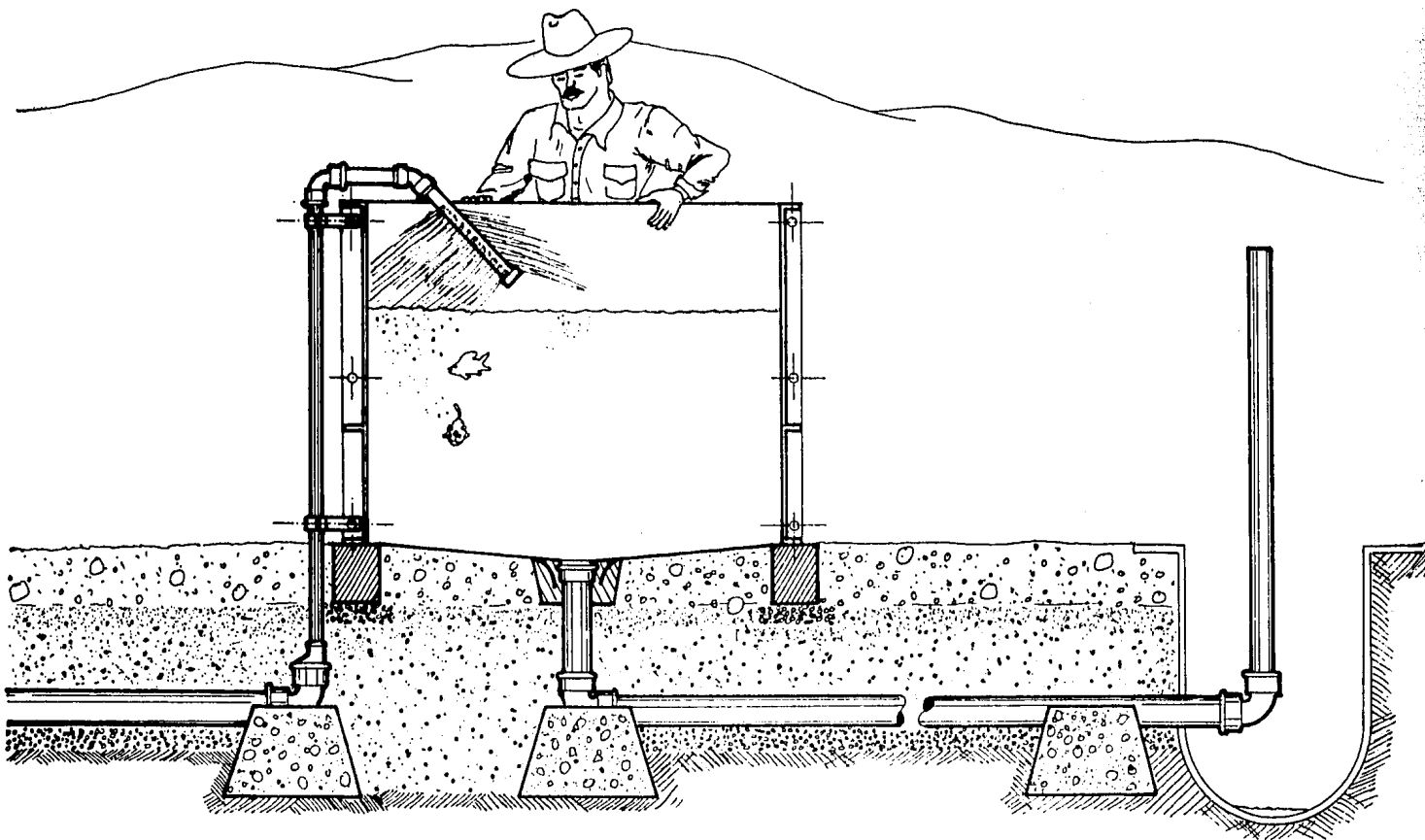
ALGUNAS FORMAS ADOPTADAS





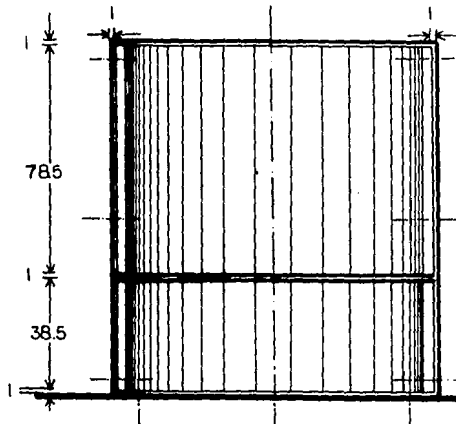
INSTALACION EN LABORATORIOS

ESTANQUE MODULAR 

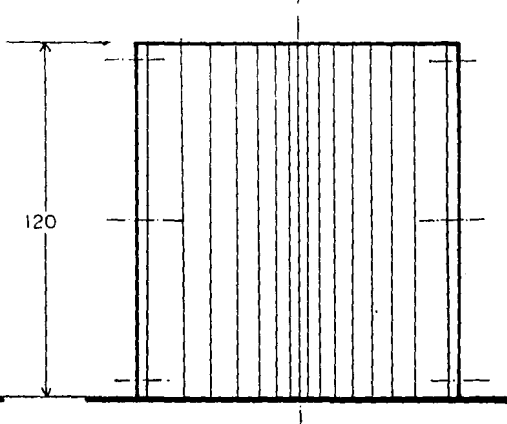


INSTALACION SOBRE TERRENO

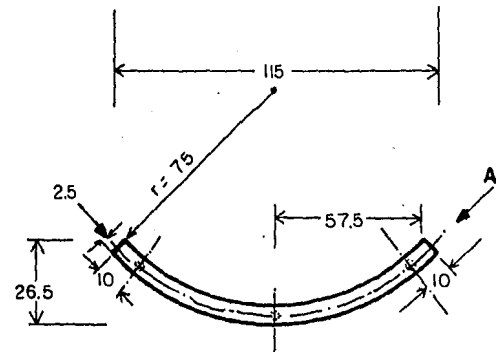
ESTANQUE MODULAR



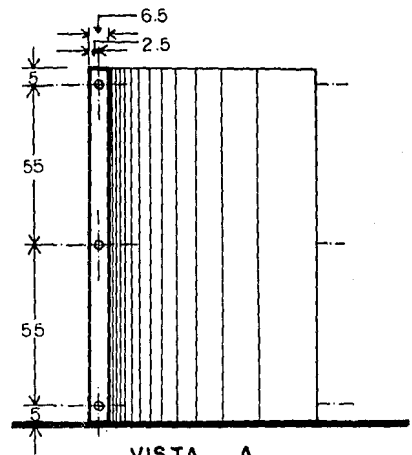
V. FRONTAL EXTERIOR



V. FRONTAL INTERIOR

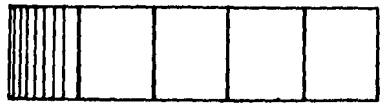


VISTA SUPERIOR



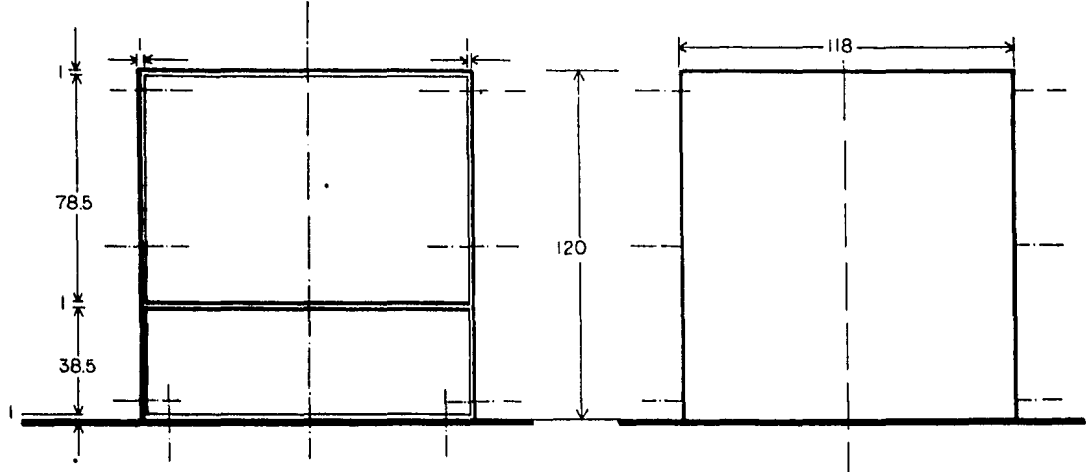
VISTA A

ESC. 1:20 cot. en cms.



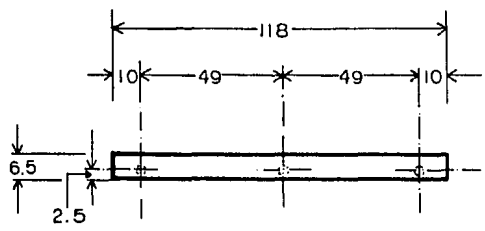
MODULO CURVO



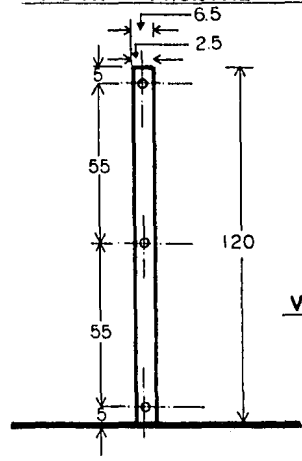


VISTA FRONTAL EXTERIOR

VISTA FRONTAL INTERIOR

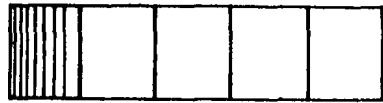


VISTA SUPERIOR



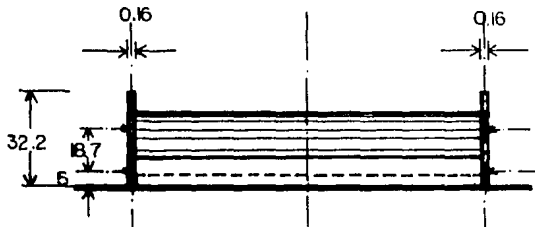
VISTA LATERAL

ESC. 1:20 cot. en cms.

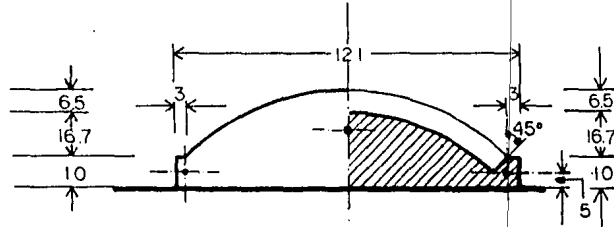


MODULO RECTO

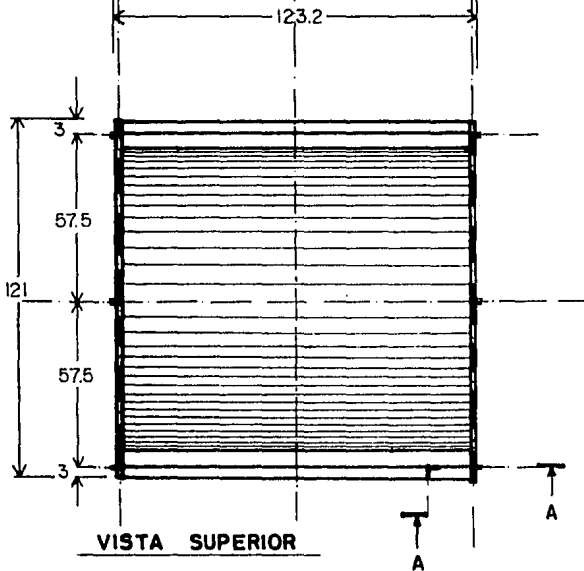
ESTANQUE MODULAR



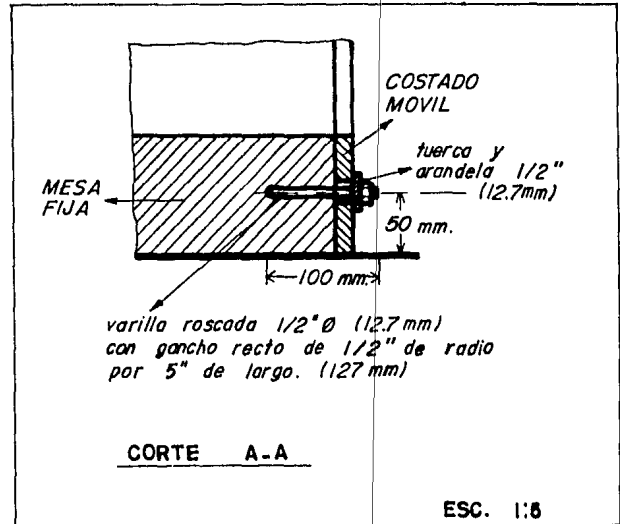
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

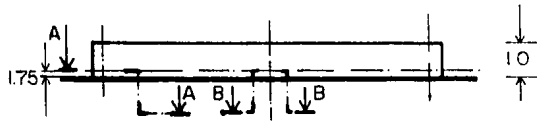


ESC. 1:20 cof. en cms.

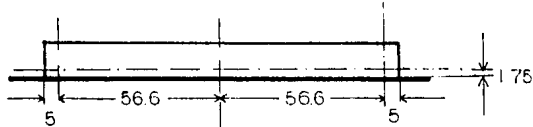


MOLDE CURVO

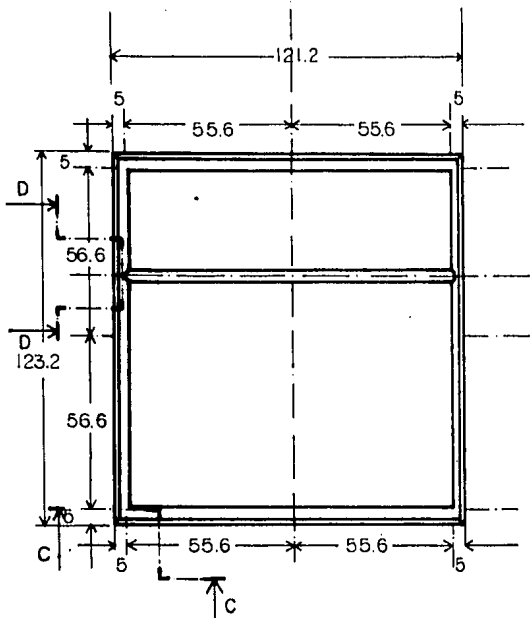




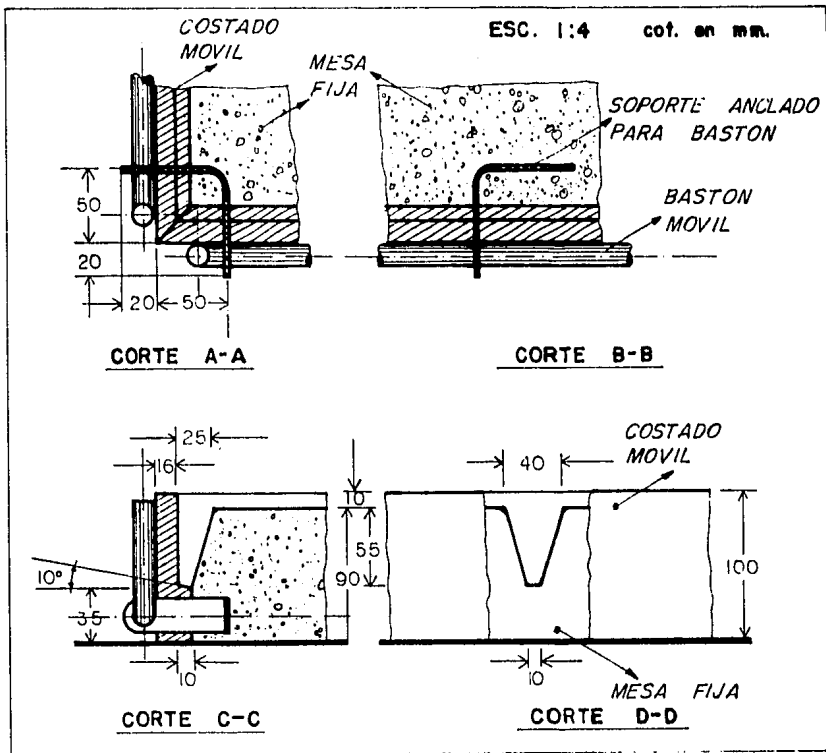
VISTA FRONTAL



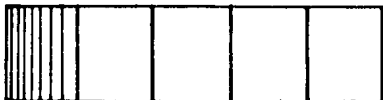
VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

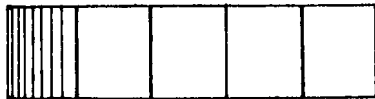
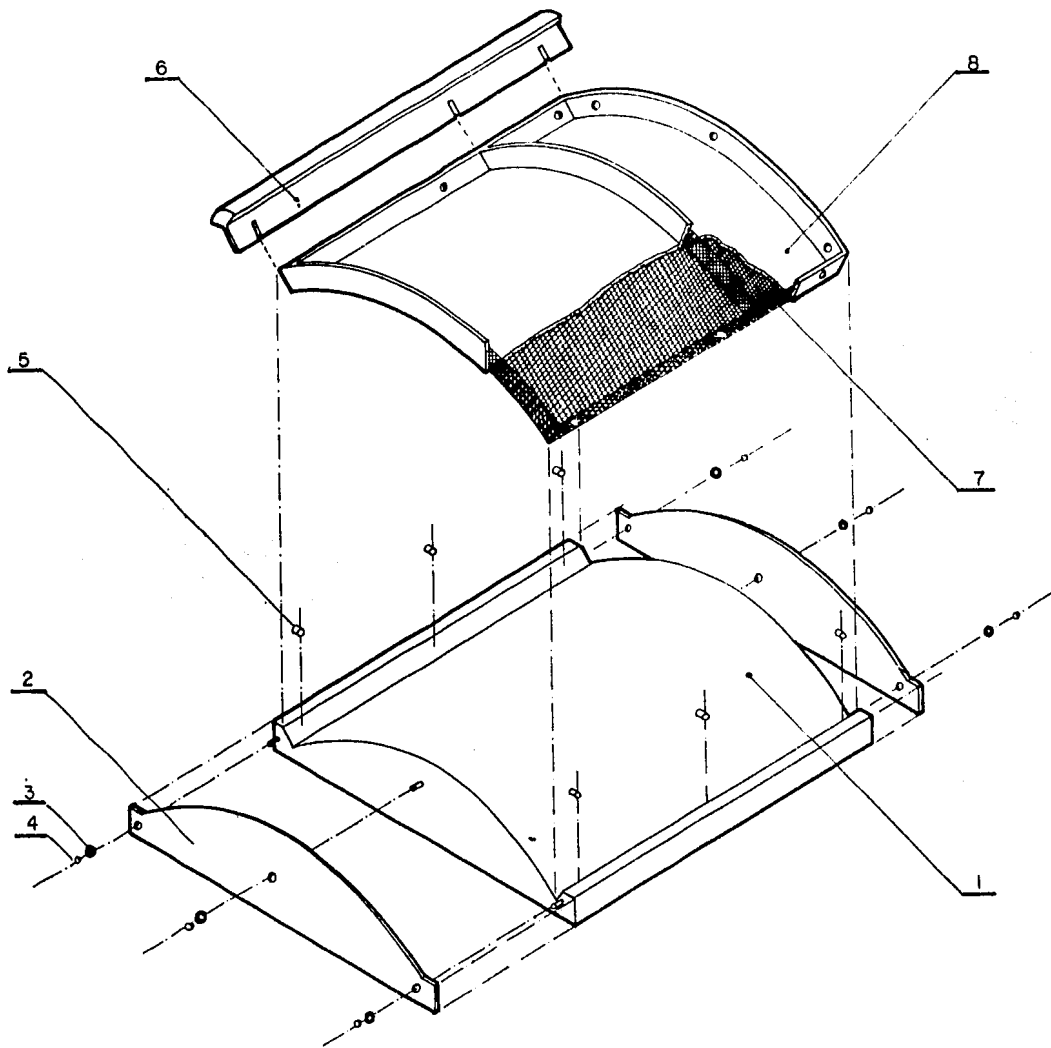


ESC. 1:20 cof. en cms.



MOLDE RECTO

ESTANQUE MODULAR



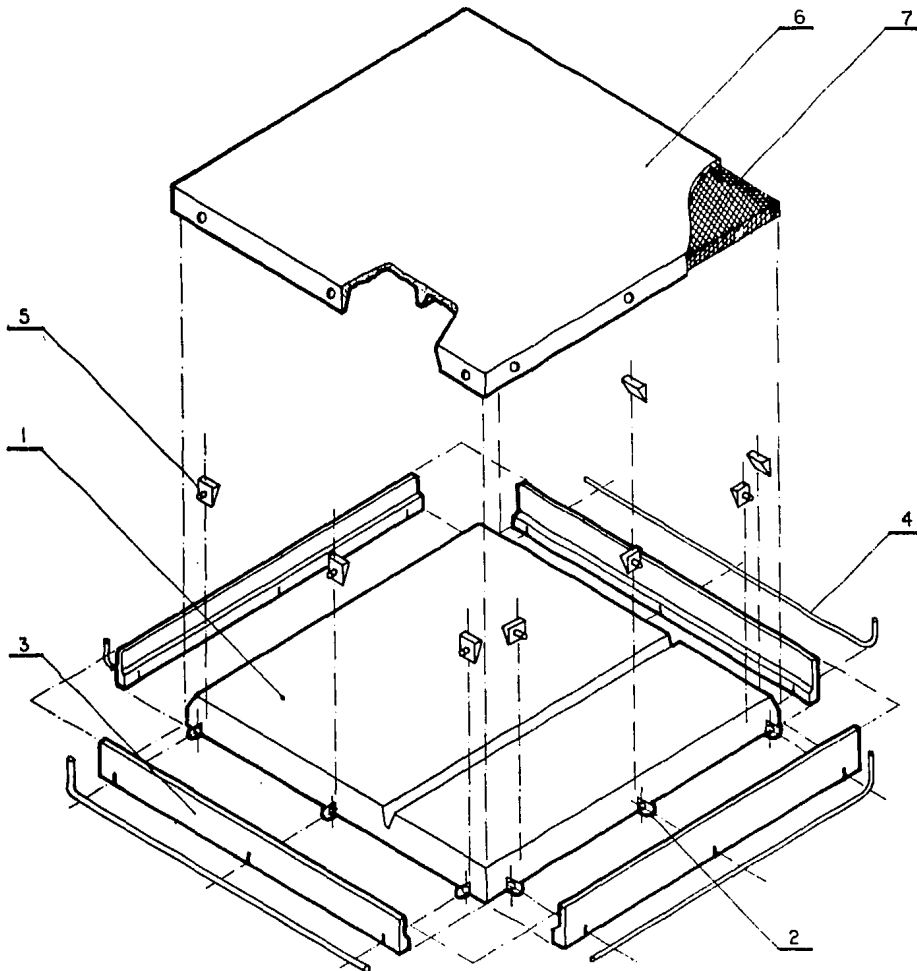
DEPIECE DE MOLDE Y MODULO
CURVO

**ESTANQUE
MODULAR**



8	Mortero	Cemento puzolánico arena agua	Mezclado Aplicación Curado	(litros) 10.8:cemento 19 arena 5.4 agua	1 cm. de espesor
7	Malla de refuerzo	Lámina desplegada de acero	Cortado Doblado	3.7 m ² por módulo	E-10-22
6	Enrasador	Madera aglomerada de 16 mm.	Cortado Sellado	1	Recubrimiento con pintura de poliuretano aromá- tico
5	Corazón	Espuma dura de Poliuretano	Espumado comer- cial y recorta- do.	9	9.1 cm Ø X 1 cm. espesor
4	Tuerca hexagonal	Acero galvanizado	Comercial y Tropicalizado	6	½" Ø interior
3	Roldana plana	Acero galvanizado	Comercial y Tropicalizado	6	½" Ø int. y 1/8" espesor
2	Costado removible	Madera aglomerada de 16 mm.	Cortado Barrenado Sellado	2	Recubrimiento con pintura de poliuretano aromá- tico
1	Molde curvo	Concreto simple	Colado c/cimbra Pulido	En prop. 1:2:3	Pulido con cemento
CLAVE	NOMBRE	MATERIAL	PROCESO	CANTIDAD	ESPECIFICACION



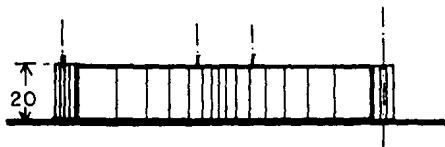


DESPIECE DE MOLDE Y MODULO
RECTO

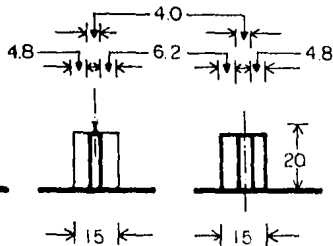


7	Malla de refuerzo	Lámina desplegada de acero	Cortado Doblado	3.7 m ² por módulo	E-10-22
6	Mortero	Cemento puzolánico arena agua	Mezclado Aplicación Curado	(litros) 10.8: cemento 19 arena 5.4 agua	1 cm. de espesor
5	Corazón	Espuma dura de Poluretano	Espumado comercial y recortado	9	
4	Bastón	Acero galvanizado y Tropicalizado	Cortado Doblado	4	Tubo ½" Ø exterior
3	Costado removible	Madera maciza de 1" grueso X 4" ancho	Cortado Pegado Sellado	4	Recubrimiento con pintura de poliuretano aromático.
2	Soporte bastón	Acero galvanizado y Tropicalizado	Cortado Doblado Barrenado	12	cal. 1/8"
1	Molde recto	Concreto simple	Colado c/cimbras Pulido	En prop. 1:2:3	Pulido con cemento
CLAVE	NOMBRE	MATERIAL	PROCESO	CANTIDAD	ESPECIFICACION

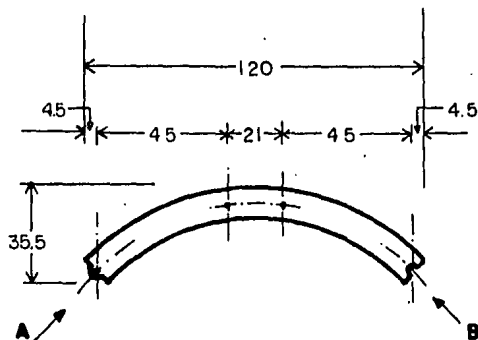




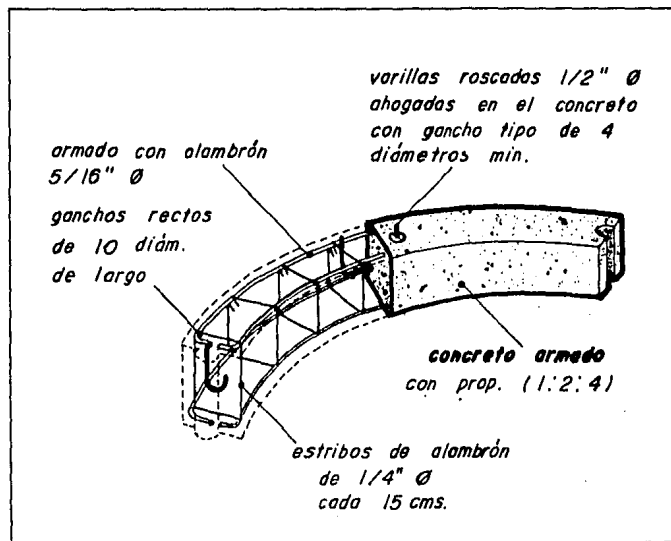
VISTA FRONTAL



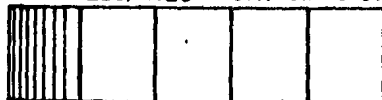
VISTA A VISTA B



VISTA SUPERIOR

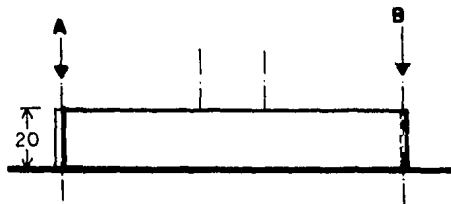


ESC. 1:20 cot. en cms.

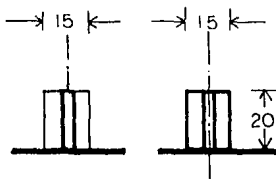


MODULO CIMENTACION
CURVO

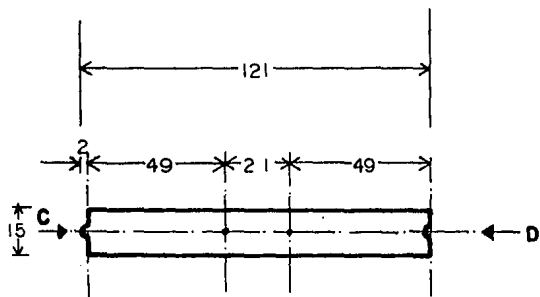




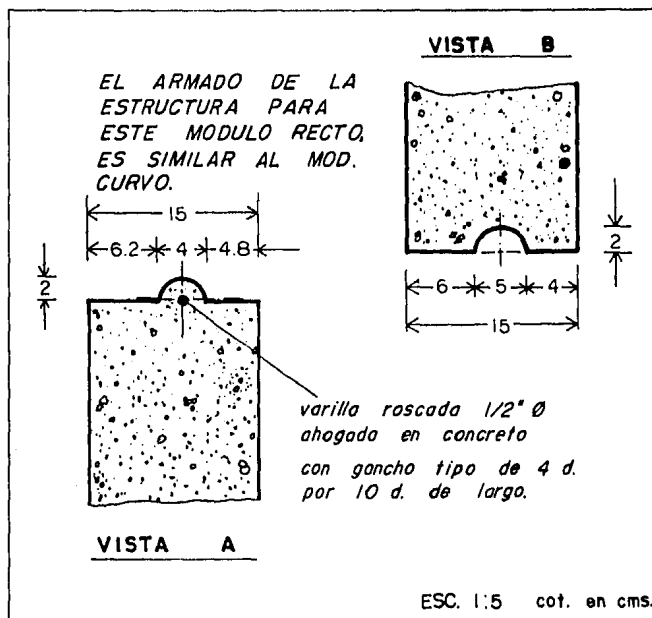
VISTA FRONTAL



VISTA C VISTA D



VISTA SUPERIOR

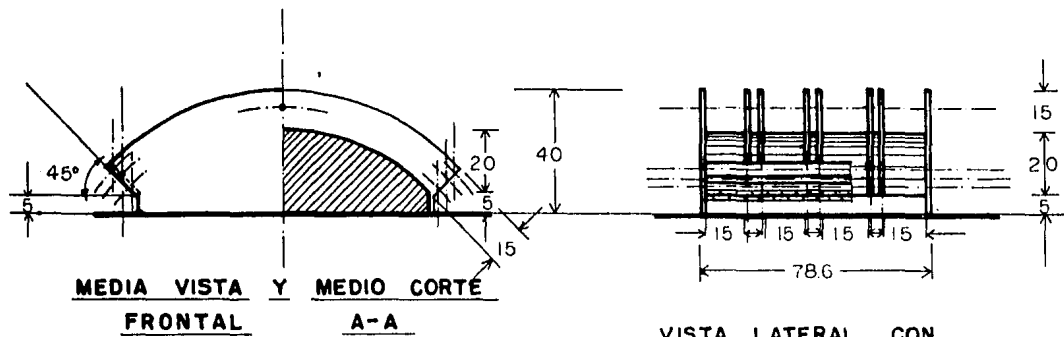


ESC. 1:20 cot. en cms.

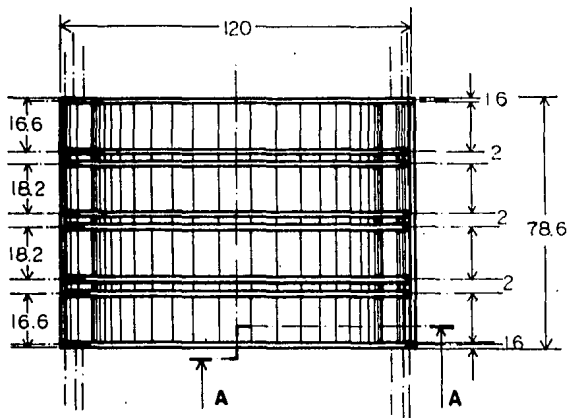


MODULO CIMENTACION
RECTO





VISTA LATERAL CON
CORTE PARCIAL

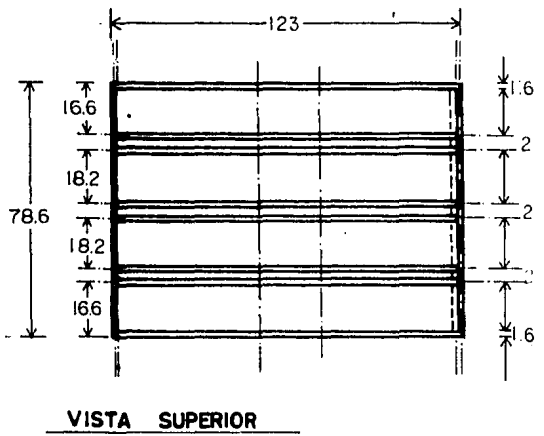
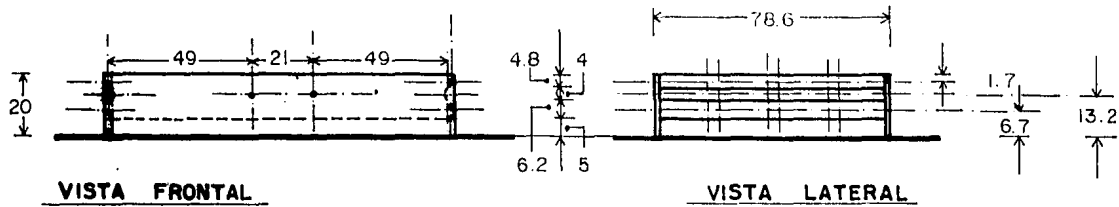


ESC: 1:20 cot. en cms.

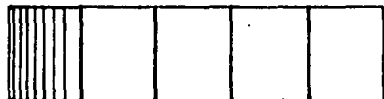


MOLDE CIMENTACION
CURVO



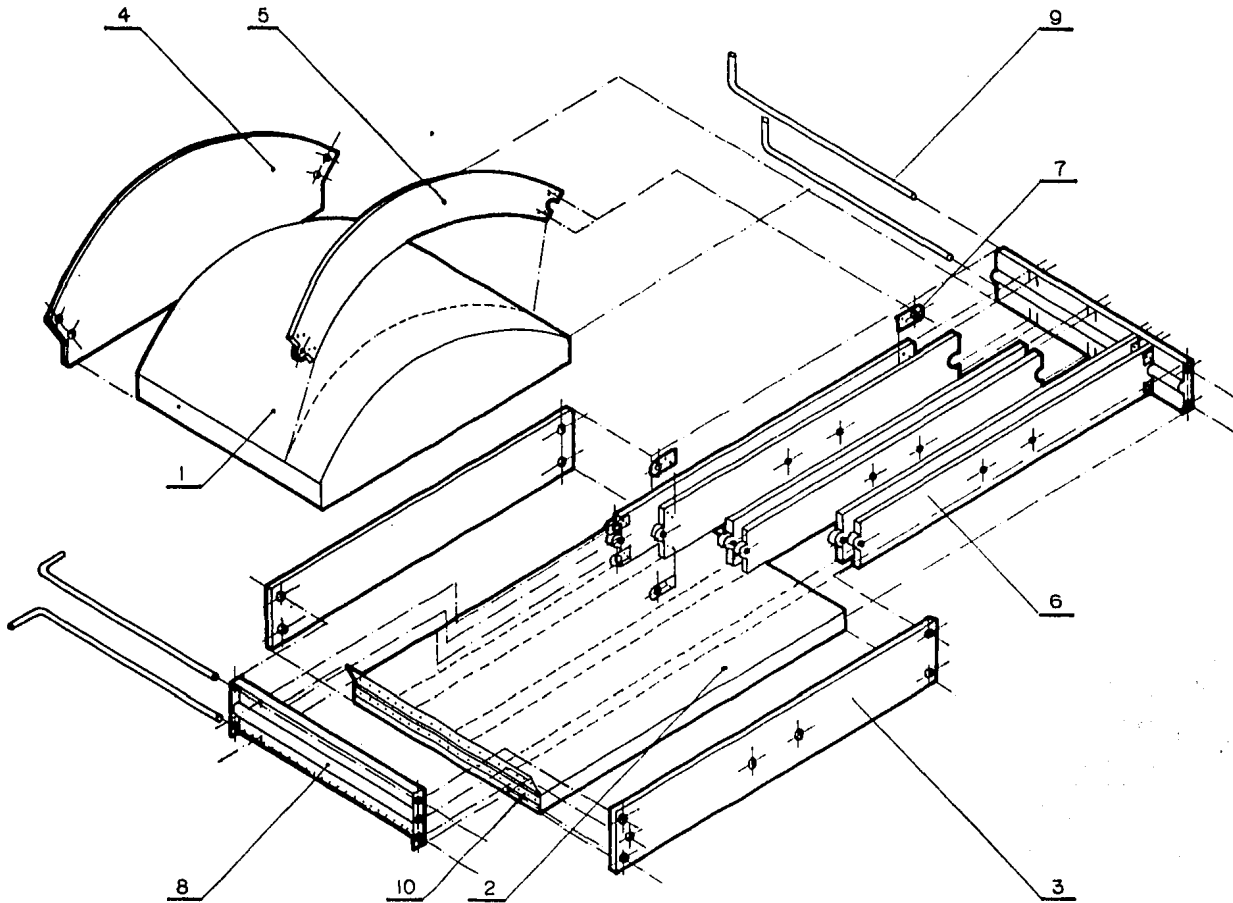


ESC. 1:20 cot. en cms.



MOLDE CIMENTACION RECTO



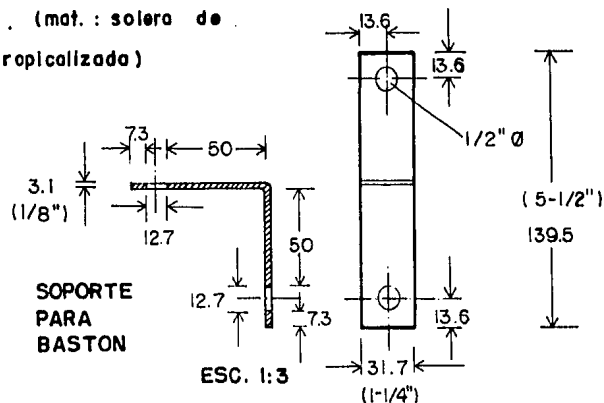
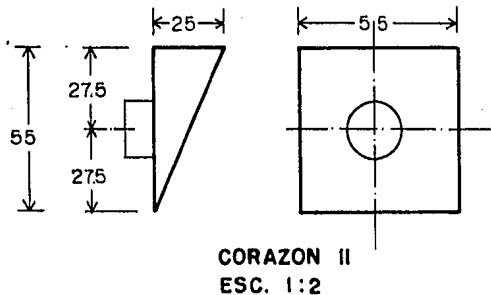
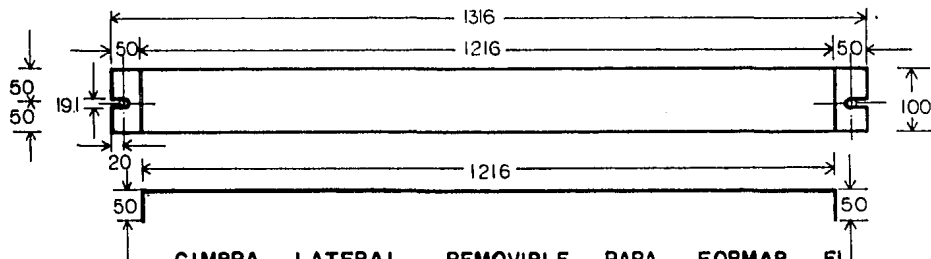
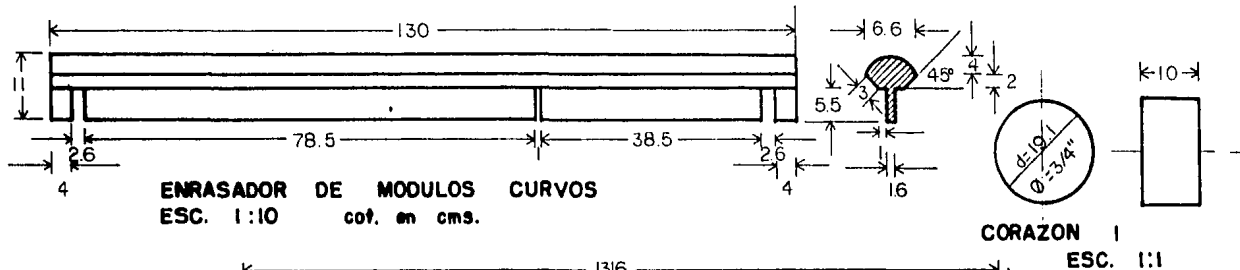


DESPICIE DE MOLDES
CIMENTACION

**ESTANQUE
MODULAR**

10	Bisagra de piano	Acero galvanizado y Tropicalizado	Comercial Cortado	2 c/ molde	
9	Bastón	Acero galvanizado y Tropicalizado	Cortado Doblado	4 c/ molde	tubo $\frac{1}{2}$ " ϕ exterior
8	Costado abatible	Acero galvanizado y Tropicalizado	Cortado Doblado Barrenado Soldado	2 c/ molde	lámina cal. 14
7	Soporte de bastón	Acero galvanizado y Tropicalizado	Cortado Barrenado	24 c/molde	solera cal. 3/16"
5-6	Costados divisores	Madera aglomerada de 16 mm.	Cortado Barrenado Sellado	6 c/ molde	Recubrimiento con pintura de poliuretano aromático.
3-4	Costados removibles	Madera aglomerada de 16 mm.	Cortado Barrenado Sellado	2 c/ molde	Recubrimiento con pintura de poliuretano aromático.
1-2	Molde cimentación	Concreto simple	Colado c/cimbra Pulido	En prop. 1:2:3	Pulido con cemento
CLAVE	NOMBRE	MATERIAL	PROCESO	CANTIDAD	ESPECIFICACION



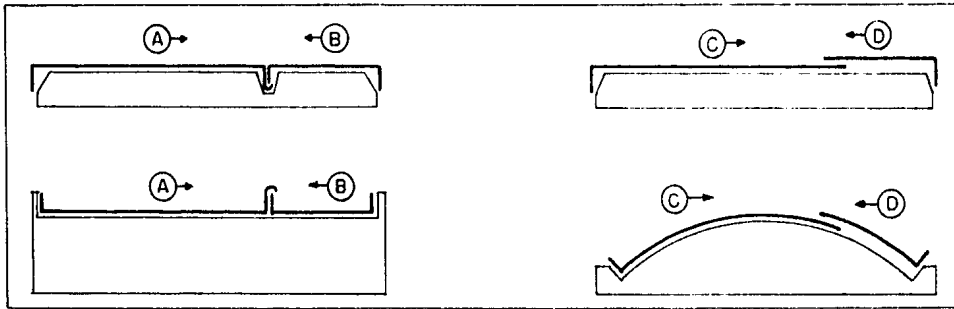


cotas en mm.

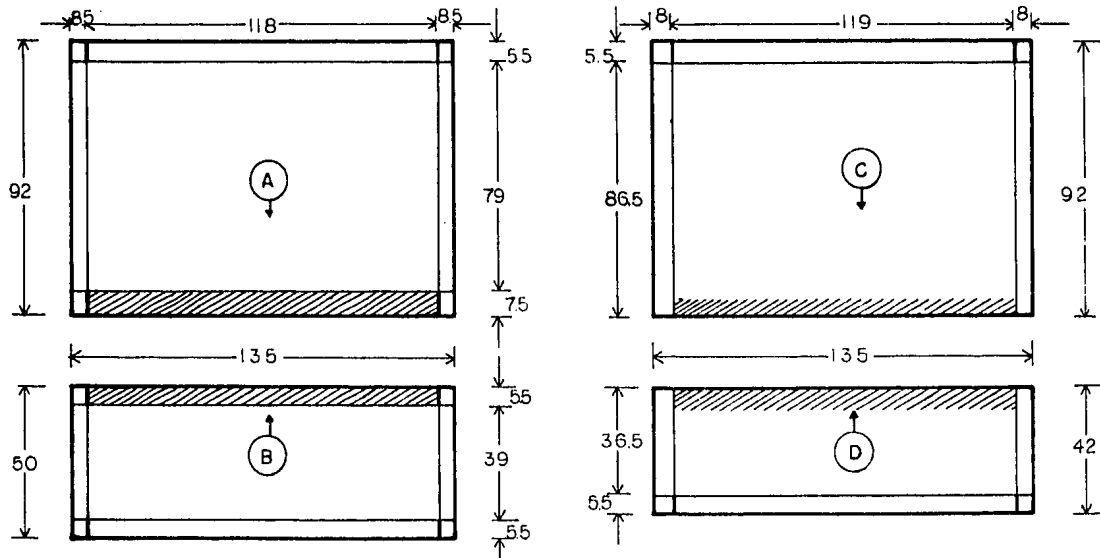


VARIOS





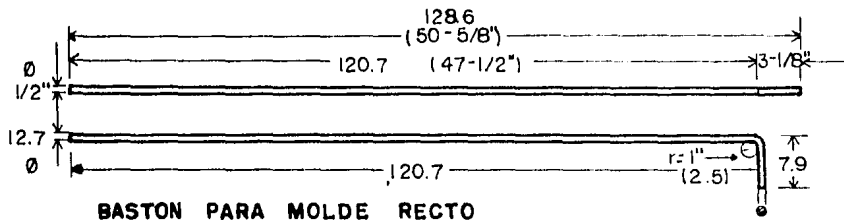
TRASLAPE
 CORTE
 DOBLEZ
 ESC. 1:20 cot. en cms.



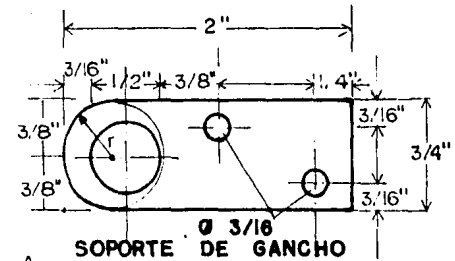
NOTAS: EL ANCHO NOMINAL DE LA LAMINA DE METAL DESPLEGADO ES 91 cms. ; PERO AL PLANCHARSE SE EXTIENDE 1 cm.

(B) y (D) SON CORTADOS DEL MISMO TRAMO DE 92 por 135 cms.



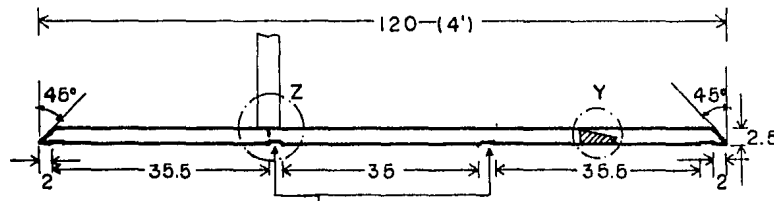


BASTON PARA MOLDE RECTO
ESC. 1:10

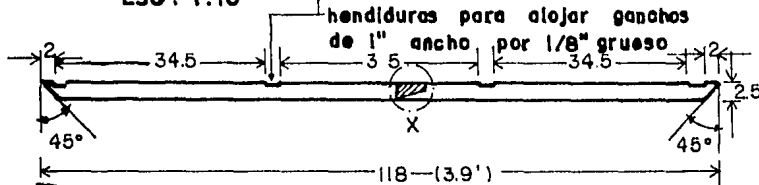


SOPORTE DE GANCHO
ESC. 1:1

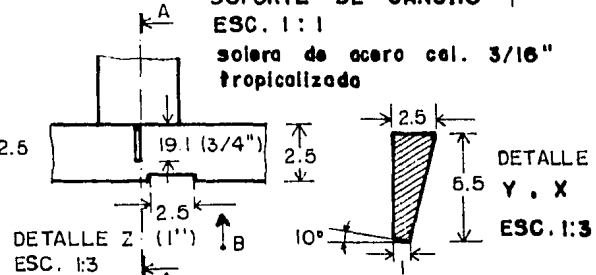
solera de acero cal. 3/16"
tropicalizado



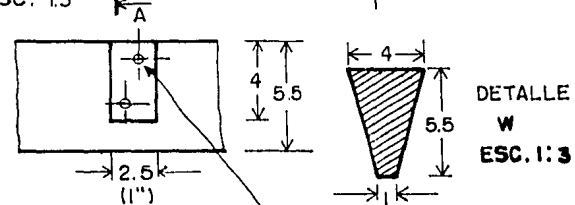
CIMBRAS PARA MOLDE - MODULO - RECTO
ESC. 1:10



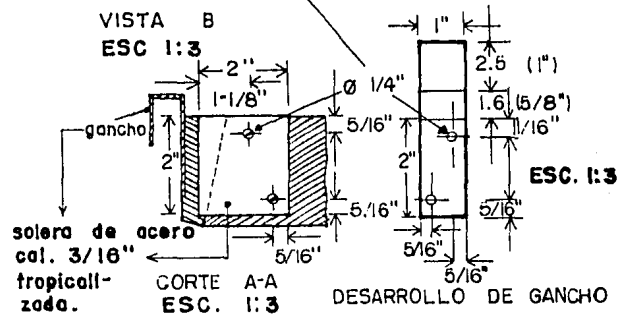
COSTILLA PARA MOLDE - MODULO - RECTO
ESC. 1:10



DETALLE
Y, X
ESC. 1:3



DETALLE
W
ESC. 1:3



solera de acero
cal. 3/16"
tropicali-
zada.

CORTE A-A
ESC. 1:3

DESARROLLO DE GANCHO

cotas en cms.



DETALLES



descripción del objeto :

Es un depósito totalmente desarmable y transportable, formado por un conjunto de módulos prefabricados utilizados para levantar la bordería cuya extensión y forma dependen del número y tipo de módulo.

partes de que consta:

- | | |
|----------------------|----------------------------------|
| -Módulos curvos | -Tornillos de fijación |
| -Módulos rectos | -Sistema de desagüe |
| -Módulos cimentación | -Filtros |
| -Base impermeable | -Sistema de alimentación de agua |
| -Tiras comprimibles | -Tubo de aireación |
| -Sellador de juntas | -Soporte flotante |

características especiales:

Con cuatro módulos curvos puede armarse un estanque pequeño y de forma circular, de 1.5 m. de diámetro y 2 m.³ de capacidad; hasta un estanque de mayores dimensiones, cuadrilátero, formado por módulos rectos y curvos para las aristas que unen los lados del recinto.

Su fondo es cónico, para que de esta forma y ayudado por la corriente del agua, las materias orgánicas se deslicen hacia el desagüe, facilitando su limpieza.

Dependiendo de las condiciones de uso y equipo requerido para la conducción de agua dulce, salada y oxígeno presenta una diversidad de instalaciones para conducir dichos

fluidos; como pueden ser subterráneas o aéreas, un rebosadero en el que fluya continuamente el líquido, por medio del principio de vasos comunicantes o controlado por válvulas de paso si se requiere economizar agua.

La base del estanque es una membrana impermeable de hule butilo para utilizarse en suelos absorbentes; o bien puede ser la losa que posee el laboratorio; dependiendo del lugar donde se instale.

descripción de las partes:

Los módulos curvos y rectos son fabricados de ferrocemento por ser un material impermeable, incombustible, de gran resistencia y durabilidad a un bajo costo. Tienen una altura de 1.2 m. por 1.18 m. de largo por 1 cm. de espesor; su peso es de 51 kg. para los curvos y 54 kg. para los rectos. Su rigidez se logra mediante la forma del elemento. El tipo de acabados es vidriado con textura para la cara exterior y lisa para la interior; ambos lados están recubiertos con pintura vinílica y silicato de sodio disuelto en agua (en varias concentraciones), para protegerlos contra ácidos orgánicos, solventes y soluciones salinas.

La cimentación prefabricada es de concreto armado; cada módulo pesa 49 kg. y mide 15 cm. de ancho por 20 cm. de peralte. Sus juntas de ensamble están alternadas con respecto a los módulos curvos y rectos.

La membrana de hule butilo es comercial, de gran resistencia y durabilidad, bajo peso y con un espesor de 1 mm.. Permite uniones del mismo material vulcanizando las juntas; por lo que se adapta a cualquier tipo de estanque modular, facilitando el transporte y tendido de la base.

En la tubería empleada se utilizan tramos, conexiones, válvulas y coladeras comerciales y estandarizadas de polietileno y PVC; por ser económicas, de material durable, flexible, ligero, atóxico, con un coeficiente de fricción bajo, resistente a la corrosión y ataque de agentes químicos y físicos.

Las juntas verticales y horizontales de cada uno de los segmentos que componen el estanque se logran con tiras premoldeadas comerciales de material bituminoso, que sirven como cojín y base de relleno para recubrirse con pasta selladora de asfalto bituminoso comercialmente llamado "Asbestumen"; el cual es muy elástico, a la vez que denso y adherente, no le afecta el contacto prolongado con agua dulce o de mar, ni es tóxico; una vez aplicado el asbestumen seca al tacto en un lapso de 12 hrs.; este sellado resiste temperaturas hasta de 70° C, teniendo una larga vida y resistencia al intemperismo.

Cada dos módulos van ensamblados por tres tornillos hexagonales de $\frac{1}{2}$ " ϕ X 2" de largo,

provistos de roscas, tuercas y roldanas de acero galvanizado y tropicalizado, de un esfuerzo de cedencia de 3000 kg/cm^2

ventajas :

Los materiales empleados en su fabricación son totalmente nacionales, fácilmente adquiribles en el país a bajo costo, durables, impermeables y estandarizados.

Los procesos industriales requeridos en su fabricación son económicos, aptos para una baja producción inicial en los talleres de los CET del Mar; tendientes a adaptarse a métodos industrializados con mayor capacidad.

La forma y capacidad de los estanques están dentro de las usuales generalmente en el cultivo de organismos acuáticos, permiten una adecuada observación y ejecución de operaciones en su interior.

El armado del estanque se realiza fácil y rápidamente por dos personas, empleando de una hora quince minutos a cuatro horas dependiendo del tamaño del estanque.

Las juntas constructivas y módulos son totalmente impermeables; pudiendo ser plenamente desarmadas y vueltas a instalar en otro sitio o para extender el estanque.

Las dimensiones de los moldes, módulos y base permiten aprovechar el material racionalmente y tener un desperdicio casi nulo; además de tener implícitas consideraciones

ergonómicas y antropométricas para facilitar su manejo, transporte y ensamble.

Integridad formal:

Se logra mediante elementos delgados y uniformes con ritmo y proporción con materiales y acabados actuales.

carácter:

Denota un producto de tipo Mecano, propio de sistemas industrializados y simplificados para su aplicación.

costos:

Molde para módulo curvo o recto	\$ 5,680. 00
Molde para cimentación	4,720. 00
M ² de ferrocemento de 1 cm de espesor.	990. 00
Estanque circular de 1.5 m de diámetro	11,413. 00
Instalaciones para conducción de fluidos	\$ 9,676. 00

- NOTAS : + Estos costos no incluyen mano de obra .
 + La amortización de los moldes esta en función del número de piezas por producirse industrialmente.
 + Los precios determinados son de agosto de 1985.



7 CONCLUSIONES

Al haber realizado el proyecto de "Estanque Modular" dentro de un paquete de diseños para la Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar, pude percatar las carencias de equipo que en materia de acuicultura tiene el país; así como de la importante colaboración del Diseñador Industrial dentro de un grupo multidisciplinario.

Estanque Modular es un proyecto que se conjuga con otros diseños simultaneos en su realización y que a la vez son complementarios entre sí; como por ejemplo: "Oxigenador Eólico" y "Calibrador Piscícola: Pisces".

La concreción de estos objetos-producto aporta innumerables ventajas económicas y de uso, en primer lugar para la Dirección Gral.; en seguida para biólogos, técnicos pesqueros, piscicultores, estudiantes y personal docente. Puesto que significan excelentes recursos didácticos para enseñar la metodología de la zootécnia piscícola; para los investigadores representa un mejor aprovechamiento de su tiempo, el cual se destinaba en la mayoría de los casos a tratar de desarrollar o improvisar pseudo equipo necesario para hacer acuicultura, lejano de satisfacer completamente los requerimientos.

Si tomamos en cuenta que cualquier cuerpo de agua por pequeño que sea, permanente o temporal, tiene la capacidad de producir alimento para ser aprovechado por el hombre; la acuicultura es una actividad que aporta y puede dar mejores beneficios si se implementa.

Sin olvidar que lo más costoso para hacer piscicultura es la construcción de estanques, el precio competitivo de Estanque Modular viene solucionando el principal obstáculo para aplicar y desarrollar el cultivo del agua.

Estanque Modular es necesario para utilizarse en regiones que no están provistas de cuerpos de agua o el terreno es muy permeable.

En sitios donde existen grandes embalses de agua adoptando el cultivo extensivo; Estanque Modular viene siendo el "motor" que dinamice la producción de crías de peces valiosos para desarrollarse en aquellos recintos.

El concepto de diseño y anteproyecto de Estanque Modular fueron presentados a la Dirección Gral., personal que lo utilizará en los planteles escolares del interior de la República, y en foros y exposiciones de equipo desarrollado por la SEP. En todos los casos Estanque Modular causó demanda y aceptación por cumplir apropiada y económicamente los requerimientos en cuestión de estanquería.

Aunque las características de los materiales varían de un lugar a otro del país, el estudio realizado con este prototipo, puede servir de guía para la selección de materia prima de alguna región específica.

Para una gran producción en serie de estanques modulares, pueden hacerse algunas mo-

dificaciones al proyecto original:

- A) Utilizar moldes metálicos. B) Una planta mezcladora y dosificadora del mortero.
- C) Enrasadores, compactadores y desmoldeo mecanizado.

Las pruebas efectuadas durante 30 días en el prototipo revelan nulas filtraciones, efectos tóxicos en los organismos o inoperabilidad del diseño. De cualquier manera, debe observarse el comportamiento estructural, efectos prácticos y durabilidad del Estanque Modular en lo futuro.

Posibles estudios para otros prototipos experimentales serían:

- 1° Agregar algún aditivo acelerante, reductor de agua o impermeabilizante al mortero para los módulos y medir sus efectos en cuanto a resistencia y efectividad.
- 2° Emplear malla cuadrada de 6 X 6 mm. en vez de la desplegada E-10-22, que aunque esta presenta ventajas considerables, la primera esta galvanizada y puede recibir la carga en dirección horizontal y vertical. No obstante que la malla cuadrada es muy costosa, puede representar una economía utilizando una sola capa de malla, dadas sus características isotrópicas; además se reduciría a 5 mm. el espesor de los módulos de ferrocemento.
- 3° Los costos de operación y producción en serie del Estanque Modular; aunque para esto se requiere un grupo multidisciplinario aparte del Diseñador Industrial, de un Ingeniero Civil especializado en ferrocemento y un Lic. en Mercadotécnica.



Biología Acuática y Piscicultura en México.

Mateos Rosas

SEP 1981

México.

Guía Ilustrada del Cultivo del Camarón.

Hiroshi Kitani Matsuo

SEP 1984

México.

Acquaculture Practices in Taiwan

Chen T P.

Edit. Fishing News Books L T D.

1984

Londres, Inglaterra.

Granjas Acuáticas

Bapell-García José Javier

Madrid, España

1980

Introducción al Conocimiento del Medio Acuático

Matzunaga Nubio

SEP 1981

Manual de Piscicultura para el Medio rural. (No. 12)

Mireya Bages

Instituto Nal. de Investigaciones sobre Recursos Bióticos

Xalapa, Ver. 1983.

3 er. Simposio Internacional sobre Tecnología del Concreto.

" Canaletas prefabricadas a base de Ferrocemento "

E. Erazo Ríos.

U.A.N.L.

1980

Materiales y Procedimientos de Construcción (vol. I)
Universidad La Salle

Cálculo y Construcción de Depósitos
G. Zavaleta G.
CECISA, España 1980

Introducción a los Conceptos de Análisis y Diseño (vol. I)
White, Gergely y Sexsmith.

Ferrocemento
B.J. Paul y R.P. Pama
Edit. IMCYC
México 1980

Propiedades Básicas del Ferrocemento
C J Mendoza, E. Erazo R., A. Fuentes G; M. Mena F.
Instituto de Ingeniería de la UNAM
México 1979

Resistencia de Materiales
Fitzgerald W. Robert.
Edit. R.S.I. S.A.
México 1978

An Introduction To Design for Ferrocement Vessels.
Bigg, G W
Enviroment Canada, Ottawa Hull (1972)

FAO Investigates Ferro-cement Fishing Craft.
John Fyson
Edit. Fishing News Books, Ltd.
Londres, 1980.

Techumbres de Ferrocemento construidas en el lugar
U.A.M.- Atzacapozalco.

Fish and Shellfish Farming in Coastal Waters
"Recent Advances in Materials and Techniques" (capítulo 14)
P H Milne
Edit. Fishing News Books Ltd.
Londres, 1984.

Cimbras y Moldes.
J.G. Richardson
IMCYC
1978

Cimbras, Juntas, Aditamentos, Colados y Acabados.
J.G. Richardson. (vol. III)
IMCYC
1979

Catálogo de Productos Fester

Manual de Productos SIKA

Manual para la Instalación de Tubería PVC hidráulica y sanitaria. AMITUP (1982)

Catálogo de Productos " DE ACERO "

Catálogo LAMINA DESPLEGADA, METAL RED S.A.