

CONFIGURACION GEOMETRICA EN ENVASE Y EMBALAJE



Tesis Profesional que para obtener el Título de Diseñador Industrial presenta:

Luis Alberto Barojas Sarmiento

Con la dirección de:
y la asesoría de:

M.ART. Andrés Fonseca Murillo
M.ARQ. Isabel Rocío López de Juambelz
D.I. Alberto Vega Murguía
M.D.I. Carlos Soto Curiel
D.I. Luis Equihua Zamora

Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra Institución Educativa.



Y autorizo a la UNAM para que publique este documento por los medios que juzgue pertinentes.

La realización de este trabajo de tesis queda inserto dentro del proyecto (IN405801) Bases biónicas para el envase y embalaje, análisis de contenedores naturales. Auspiciado por el PAPIIT (Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica), perteneciente a la DGAPA (Dirección General de Asuntos de Personal Académico) de la UNAM.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL 

Facultad de Arquitectura • Universidad Nacional Autónoma de México



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 esta 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.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL **ID**

Facultad de Arquitectura • Universidad Nacional Autónoma de México

Coordinador de Exámenes Profesionales
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

EP 01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE **BAROJAS SARMIENTO LUIS ALBERTO** No. DE CUENTA **9959860-6**

NOMBRE DE LA TESIS **Configuración geométrica en envase y embalaje.**

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día _____ de _____ de _____ a las _____ hrs.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 2 agosto 2005

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE M.ART. ANDRES FONSECA MURILLO	
VOCAL M.ARQ. ISABEL ROCIO LOPEZ DE JUAMBELZ	
SECRETARIO D.I. ALBERTO VEGA MURGUIA	
PRIMER SUPLENTE M.D.I. CARLOS SOTO CURIEL	
SEGUNDO SUPLENTE D.I. LUIS EQUIHUA ZAMORA	

ARQ. JORGE TAMÉS Y BATTA
Vo. Bo. del Director de la Facultad

A mis padres

A mis maestros

A la UNAM

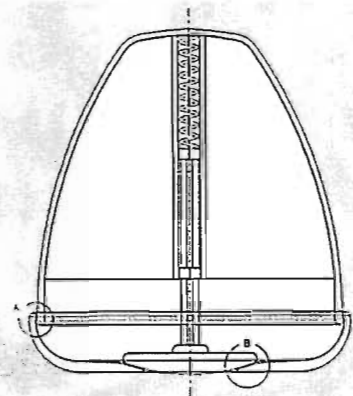
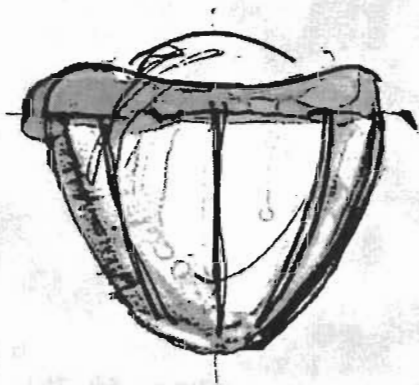
¿A quién le sirve?

La primera propuesta de diseño utiliza al fruto del Eucalipto como pretexto para desarrollar un envase cuya principales características sean las de contener sustancias líquidas o gelosas, y permitir su aplicación. Se considero la necesidad de aplicar uniformemente, sin derramar el contenido y tener la posibilidad de re-utilización; dispone de un área adecuada para información donde esta puede ser impresa o etiquetada. Fabricado en polipropileno de alta densidad es ideal para cremas, ceras, pinturas, recubrimientos, barnices, etc.

El segundo caso parte de la necesidad de proteger, contener, distribuir y exhibir discos compactos. Para este problema se opto por usar el fruto de la Vara de San Pedro como elemento inspirador, tanto funcional como ergonómico y estético. El resultado fue un exhibidor radial que contiene los discos en fundas individuales, permitiendo extraerlos y depositarlos en una pieza central que sirve de unión. Existe la posibilidad de ser vendido con discos en blanco para guardar información en casas y oficinas. Al igual que puede contener una colección fonográfica, cinematográfica o de medios interactivos, con un muy singular envase.

Sin embargo estos tan solo son ejemplos de lo que se puede lograr. La trascendencia del estudio radica en la posibilidad de funcionar como una guía para resolver problemas y requerimientos presentados al momento de introducir un nuevo producto al mercado, o darle una nueva imagen a uno ya existente. El método propuesto es accesible para cualquiera y nos permite generar nuevas relaciones a partir del infinito acervo con que cuenta la naturaleza. Una vez iniciados es posible crear procesos mentales que nos ayuden a encontrar nuevas fuentes de información aplicable al amplio mundo de los envases y embalajes.

El estudio de la naturaleza no se limita solo a los frutos y los sistemas de envases - embalajes; este se lleva acabo en todas las áreas de la creación tecnológica, científica y artística. El presente estudio resulta ideal para todos los interesados en buscar nuevos principios de inspiración y encontrarlos al contemplar la naturaleza. Se debe partir siempre de la necesidad de crear y modificar el medio, a partir de la transformación de cualidades de la naturaleza en objetos de diseño coherentes con el tiempo y el espacio para los que son propuestos.



CONFIGURACION GEOMETRICA EN ENVASE Y EMBALAJE

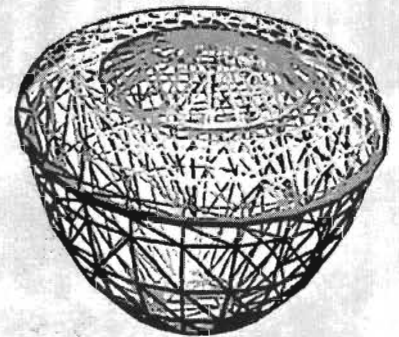
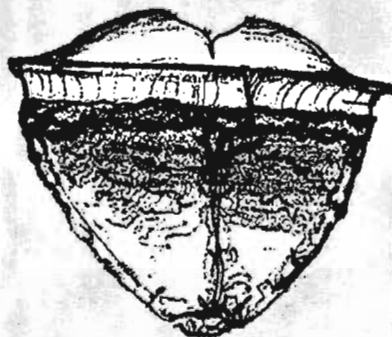
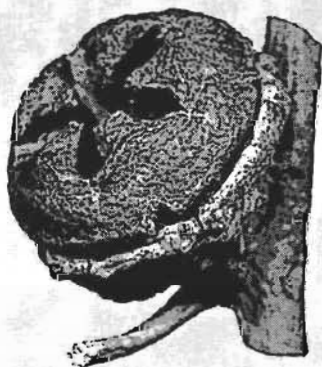
Dirección: M.ART. Andrés Fonseca Murillo
Asesoría: M.ARQ. Isabel Rocío López de Juambelz
D.I. Alberto Vega Murguía
M.D.I. Carlos Soto Curiel
D.I. Luis Equihua Zamora

Descripción:

Es motivo de esta tesis la posibilidad de utilizar a la naturaleza como elemento inspirador al momento de enfrentar la problemática de satisfacer necesidades a través de un objeto. Al tratarse de los requerimientos propios de los envases - embalajes para artículos y bienes de consumo, las exigencias son muchas y muy complejas. Al observar e investigar el medio natural nos percatamos que existen relaciones por demás evidentes con el medio industrial y tecnológico. Tal es el caso particular de los frutos y los envases, en donde las relaciones existentes abren una nueva pauta para la investigación y desarrollo de sistemas de envases - embalajes.

Tratando el tema desde esta perspectiva se realizó un análisis profundo de aproximadamente cien frutos, de estos se eligieron once para un estudio detallado; observando distintas particularidades presentadas. Se partió de un marco teórico conformado por los elementos involucrados; los envases embalajes como finalidad, los frutos como elementos de investigación, la biónica como parámetro de trabajo y la geometría como lenguaje universal de la forma. Teniendo esto reunido se realizaron cruces de información en ambos sentidos, dando como resultado la generación de infinitas posibilidades de aplicación.

Para concretar el ejercicio, se escogieron dos posibles aplicaciones a las que se les dieron cualidades propias de un objeto industrial, con valores funcionales, productivos, ergonómicos y estéticos. Los resultados son objetos susceptibles de producirse industrialmente e integrarse a nichos de mercado específicos, representando una innovación con respecto a sus posibles competidores, y por lo tanto las ventajas de diferenciarse y ser atractivo para el consumidor.



Contenido

I.	Introducción	1
II.	El Envase	7
II.1.	Definición de envase	9
II.2.	Funciones del envase	11
II.3.	El sistema envase – embalaje	15
II.4.	Funciones del embalaje	16
II.5.	Tipos de envases y embalajes	17
II.6.	Condiciones actuales	20
III.	Biónica	23
III.1.	Biónica	25
III.2.	Biónica y diseño	28
III.3.	Los frutos	31
III.4.	Analogía fruto – envase	33
IV.	Geometría	35
IV.1.	Historia	37
IV.2.	Geometría analítica	43
IV.3.	Geometría descriptiva	44
IV.4.	Geometría fractal	45
IV.5.	Parámetros geométricos	46
V.	Métodos y Procedimientos	49
V.1.	Objetivos	51
V.2.	Hipótesis	51
V.3.	Procedimiento	52
V.4.	Catálogo de alternativas biológicas	53
VI.	Investigación	55
VI.1.	Almendro	57
VI.2.	Chicalote	62
VI.3.	Cola de mico	67
VI.4.	Eucalipto	72
VI.5.	Higuerilla	77
VI.6.	Jacaranda	82
VI.7.	Ojos de tecolote	87
VI.8.	Toloache	92
VI.9.	Tornillo	97
VI.10.	Rodilla de Cristo	102
VI.11.	Vara de San Pedro	107
VI.12.	Comparación de las geometrías	113
VII.	Desarrollo de propuestas	115
VII.1.	Envase aplicador	117
VII.1.1.	Perfil de diseño	117
VII.1.2.	Comunicación	119
VII.2.	Rack para Cd's	123
VII.2.1.	Perfil de diseño	123
VII.2.2.	Comunicación	125
VIII.	Conclusión	129
VIII.1.	Características y particularidades de los frutos	131
VIII.2.	Reflexiones	135
IX.	Bibliografía	141
X.	Anexo A	145
XI.	Anexo B	159

I. Introducción

En el actual sistema de comercialización de productos y bienes de consumo la competencia por atraer la atención de los consumidores es muy agresiva. El mercado está inundado por un exceso en la información publicitaria con la que somos bombardeados a cada instante. Esto complica la elección de un producto con respecto a otro, ocasionando que la decisión se tome en apenas fracciones de segundo e intervengan múltiples factores. Existen razones económicas, fisiológicas, psicológicas, psíquicas, sociales, e incluso espirituales que determinan la preferencia de alguna opción en particular.

El precio es un factor muy importante que separa drásticamente el mercado. Por un lado tenemos un sector de la sociedad en la cual influirá determinantemente el costo que se tenga que pagar por un bien. Es decir que no podemos esperar un consumo desmedido más bien moderado o bajo, que busca solamente satisfacer necesidades básicas como alimento y vestido. Del otro lado se encuentra la parte de la sociedad que tienen cubiertas sus necesidades básicas lo que les permite consumir productos exclusivos y de lujo que responden a necesidades psicológicas, no siendo el costo un factor de peso para la decisión.

Podemos decir que existen otros aspectos determinantes en la decisión de compra. Primero debemos considerar cuál es nuestra necesidad y como buscamos satisfacerla por medio de un producto o bien de consumo. La competencia se ha vuelto tan peleada que recurre a todo tipo de campañas publicitarias sin dejar de ser la toma de decisiones una cuestión *in situ* dejando la responsabilidad a quien porta la imagen del producto: **el envase**. Este se ha vuelto tan normal y habitual que incluso estamos acostumbrados a desecharlo irracionalmente. Generando así grandes desperdicios de material susceptibles de reintegrarse a las líneas de producción en lugar de ser basura desde un principio.

Al hacer la elección debe existir una sinergia entre el comprador y la mercancía a través de un lenguaje claro, una identificación inmediata, diferenciarse del resto y manifestar la calidad. Sin embargo no somos conscientes del grado de desarrollo tecnológico y logístico que existe detrás de esto, para hacer llegar los productos a las manos del cliente. No todo es apariencia y comunicación, también existe un factor funcional que brinda protección y se adecua a las necesidades de lo contenido para asegurar la calidad al momento de la compra. Por muy sencillo que parezca existe toda una línea de investigación encaminada a como proporcionar mejores envases que no sólo cumplan con la labor de venta, sino que además proporcionen mayores prestaciones adicionando sistemas de embalajes que resulten óptimos y económicamente viables.

Sin embargo el trabajo ya fue realizado por alguien más desde hace mucho tiempo y ha pasado desapercibido frente a nuestros ojos. Desde siempre los seres vegetales han tenido la vital necesidad de presentar a las semillas contenidas en pequeños paquetes conocidos como **frutos**. Estos se encargan de distribuir y proteger a tan preciada carga, con mecanismos tan complejos como para poder sobrevivir en los climas más agrestes. Por esto no resulta tan extraño tomar a los frutos como elementos de inspiración e investigación para generar información

aplicable al diseño de envases – embalajes que resulten innovadores en todos aspectos.

El hombre desde tiempos remotos ha buscado inspirarse en la naturaleza para resolver problemas prácticos. Si analizamos un poco los motivos de estudio de la ciencia pura nos daremos cuenta que su objetivo es entender y explicar el funcionamiento del entorno en que vivimos. Existen otras disciplinas que pretenden un estudio mecanicista del medio natural para aplicar directamente las soluciones presentadas por la naturaleza. En este marco podemos identificar a la **biónica** como referencia principal, que a pesar de haber sido reconocida formalmente no hace mucho, sus preceptos datan de tiempo atrás.

Su primer expositor pudo haber sido Leonardo da Vinci, quien a través de la observación del medio natural fue capaz de ingeniar una gran cantidad de artefactos mecánicos. Mismos que desafortunadamente no pudieron ser llevados a la realidad debido a las limitantes técnicas, pero que representaban ideas revolucionarias para su época. Caso más evidente el del helicóptero, concepto que da Vinci desarrolló a partir de observar las semillas del arce y que pudo ser materializado hasta principios del s. XX.

El zoólogo escocés D´Arcy Thompson en su libro de 1917 *On Growth and Form* es el primero en tratar de reducir fenómenos biológicos a matemáticos. El afirmaba que todos los animales y las plantas solo podían ser entendidos en términos de matemáticas puras. De igual forma autores más recientes como Alvar Aalto, Santiago Calatrava, Antonio Gaudi, y Tapio Wirkala por mencionar algunos, buscaron inspiración en la naturaleza para la realización de sus obras.

Para lograr todo esto, es necesario dominar el lenguaje de la naturaleza y de las formas, y así poder entender su estructuración y funcionamiento. De tal suerte que recurrimos a una de las ciencias más antiguas de la humanidad, la **geometría** o “medición de la tierra”. Después de ser capaces de reconocer nuestro entorno y establecer comunidades sedentarias surgió la necesidad de cuantificar y representar el terreno. Más tarde esta necesidad se convirtió en un lenguaje matemático, que mediante ciertas combinaciones podían representar todas las formas conocidas por el hombre e incluso generar nuevas.

De esta manera es posible establecer relaciones directas en cuanto a la forma y función que cumplen los frutos, para después traducirlas al medio industrial mediante los materiales que simulen las cualidades aplicables a la comercialización de productos. Esto enriquecerá el mercado aportando propuestas innovadoras al mundo del envase y el embalaje, beneficiando así tanto a consumidores como a productores.

Los métodos utilizados para acercarse y sensibilizarse con el medio natural pueden resultar muy variados dependiendo del área de aplicación necesitada. La profundidad del estudio estará directamente relacionada con la complejidad del problema a solucionar. El grado de exactitud con que se traduzca la información

generada por el análisis consciente del medio natural a la aplicación práctica, determinará la calidad de los resultados.

El tener la posibilidad de estudiar el medio vegetal con ciencias como la biología y unirlo mediante un lenguaje geométrico a soluciones prácticas del diseño industrial, presenta una oportunidad única de estudio. Fuera de la materialización de productos resultado de esta investigación, se debe mostrar mayor interés en los mecanismos encontrados para traducir la información. El presente documento establece parámetros de investigación, que a manera de guía, permiten encaminar los estudios de origen similar con la seguridad de obtener resultados satisfactorios.

II. El envase

Definición de envase



El término envase se usa como genérico al referirse a diversos tipos de contenedores, cualquiera que sea su material, o lo que contengan. Estos contenedores, para considerarse envases, deben funcionar como:

Protectores, dosificadores, conservadores, almacenadores, transportadores y comercializadores.¹

Durante las etapas de preproducción de un artículo hasta su destino final, fácilmente olvidamos que los fabricantes y comerciantes deben enfrentarse cada día a un mercado y una sociedad más exigente en donde el envase tiene que satisfacer no sólo la necesidad de contener, proteger, conservar, comercializar y distribuir mercancías, sino que también debe satisfacer los alcances de su disposición posterior a su uso, la reutilización, el reciclaje de materiales, y el impacto ecológico, brinda la necesidad de diseñar envases adecuados a estas necesidades.

La globalización de los mercados y el aumento creciente del consumo han incidido en la producción de envases, convirtiéndose esta actividad en una interminable cadena de modificaciones e innovaciones. Estas innovaciones no siempre son evidentes para el consumidor, principalmente las de los procesos de fabricación, procesamiento y envasado; quizá los cambios perceptibles sean los relativos a formas, colores o tamaño, que se pueden observar a simple vista. El consumidor, al comprar un producto envasado, lo acepta implícitamente, sin estar en contacto con él; el producto es adquirido sólo a través de lo que “dice” o “comunica” el envase, las características específicas reales del producto: color, sabor, olor, apariencia, calidad, tamaño, las conocerá después de la compra.

El producto envasado se vende casi por sí solo; en los sistemas de comercialización tradicional existente, aún en algunas zonas de las ciudades y poblaciones del interior del país, se da un comercio especializado para vender cada tipo de producto. Una tienda de abarrotes, una panadería, una dulcería, una tortillería, una farmacia, todas con un vendedor que logra la venta recomendando los productos. La calidad del producto está respaldada principalmente por su fabricante, que estampa su firma sobre el envase o la etiqueta como sello de calidad, confianza y seguridad. Todavía a mediados del siglo xx, las tiendas de abarrotes surtían productos a granel y generalmente existía un solo fabricante para cada producto, por lo que la competencia no era tan fuerte como hoy.

El actual sistema de ventas se apoya principalmente en el factor publicitario, la novedad y la calidad del producto se muestran directamente mediante el diseño estructural y gráfico del envase. De este modo, todo está planeado y preparado de antemano para que el consumidor decida lo que compra dentro del sistema de comercialización moderno.

Los envases están situados al alcance de los consumidores. A nadie le resulta raro que las cosas se vendan envasadas; este hecho da un sentimiento de seguridad, pues el envase se considera como valor agregado a los objetos para asegurar su calidad, generar confianza, comunicar al consumidor instrucciones y usos, conservar el producto en óptimas condiciones, permitir su transporte, su almacenamiento, facilitar su distribución, venta, dosificación y utilización final.

Si observamos el anaquel de cualquier tienda nacional constatamos que la competencia visual es verdaderamente notable. Sin embargo, esta competencia también es tecnológica, donde se hace un gran esfuerzo para adaptar y condicionar la infraestructura a las nuevas demandas comerciales, optimizando productos y envases, ya que solo la calidad hará que sean competitivos frente a los productos internacionales.



Funciones del Envase

En las sociedades actuales existe un sistema de necesidad – trabajo – producto – consumo, que crea en el ser humano la necesidad de objetos diseñados y producidos con tal fin².

Estos objetos prestan un servicio o desarrollan una acción para satisfacer la necesidad humana que les dio origen. Los objetos cumplen con tres funciones:

Función Práctica	Aspectos fisiológicos de uso
Función Estética	Aspectos psicológicos de la percepción durante el uso (emociones, voluntad)
Función Simbólica	Aspectos espirituales, psíquicos y sociales del uso

Estas funciones siempre estarán presentes en todos los objetos. La jerarquía entre ellas varía dependiendo del tipo de producto. Los envases como productos poseen las funciones descritas anteriormente, pudiendo ser englobadas en dos grandes grupos:

1. La *Función Bunker*, es decir, el conjunto de funciones primordiales que tiene como fin:
 - a. Contener
 - Delimita y separa el producto del medio ambiente.
 - Reduce al producto a un espacio determinado y a un volumen específico.
 - Los productos en cualquier estado (materia y volumen) pueden ser manipulados y cuantificados sin ser tocados en forma directa.
 - b. Proteger
 - Aísla al producto de los factores que pudieran alterar su estado natural y su composición, así como su calidad.
 - La protección no sólo es aplicable al producto. El envase protege incluso al consumidor y al medio ambiente contra el propio producto, como en el caso de los productos radioactivos, corrosivos, tóxicos y de ingestión peligrosa.
 - Se dirige principalmente a la protección química y física individual.
 - La protección se divide principalmente en dos tipos:
 - Contra los riesgos físicos y mecánicos durante el transporte del producto.
 - Contra las influencias del medio ambiente: lluvia, vapor de agua, gases, olores, etcétera.

c. Conservar

- Un producto puede permanecer en el anaquel o almacén por largo tiempo sin sufrir alteraciones en su composición química o estructura física, gracias a la barrera que el envase establece entre el producto mismo y los agentes externos a él. Esta función va estrechamente ligada a la anterior.

d. Transportar

- Cualquiera que sea el estado de la materia y características físicas del producto, éste puede ser transportado fácilmente mediante el envase.

Hay que asegurarse que todos los materiales que se usan para envasar sean compatibles con el producto; no es buena idea poner ácidos fuertes en tinajas metálicas, o en tinajas de plástico que se corroen fácilmente. Hay que saber que algunos compuestos aceleran el agrietamiento de algunas botellas de polietileno; algunos vapores producidos por solventes contribuyen a permear los envases plásticos, el envasado en papel de imprenta es corrosivo para las superficies metálicas de acabado fino. Lo anterior, además de perder el producto, puede producir atmósferas tóxicas o potencialmente explosivas en el interior de los lugares de almacenamiento.

Hay que estar atentos e investigar si el material de protección, protege realmente al producto. Es indispensable un profundo conocimiento de los materiales empleados en el envase para evitar sorpresas.

2. La *Función Comunicación*, que en los envases se traduce en ser vistos, descifrados, integrados, memorizados y sobre todo, deseados.

a. Semiótica

- Los envases y embalajes son soportes de información, vehículos de mensajes, portadores de significados. En los envases, los planos, espacios y superficies son espacios de significación en la misma medida que son soportes de informaciones.

b. Lenguaje visual

- Se establece el diálogo entre envase y consumidor con el objetivo de motivar la compra. Para lograr lo anterior, el lenguaje visual utiliza recursos tales como las formas, los colores, las imágenes, los símbolos y signos, además de la diversidad de códigos en los que ellos se integran.

Destaca aquí la importancia del lenguaje de los símbolos, cuyo trabajo asume cinco clases de funciones:

- Diferenciación – Es la capacidad de distinguir un producto de los que compiten con él.
- Atracción – Es la aptitud de ser percibido nítidamente en fracciones de segundo y a una máxima distancia posible. La atracción es una función de impacto.
- Efecto de espejo – Establece una correspondencia entre el producto y la auto imagen del consumidor, de manera que el estilo de vida de este último se refleja en el envase. Esta situación constituye una motivación que incita al deseo.
- Seducción – Es la capacidad de fascinación o de incitación que activa a la compra. Va estrechamente ligada a la función anterior. Aquí, el discurso de la imagen, constituido en parte por connotaciones y valores estéticos, juega un papel decisivo.
- Información – Es una función denotativa en la que el envase transmite datos de estricta utilidad para el consumidor, tales como precio, composición, fecha de caducidad, etcétera.

En medio de una tecnología común, la lucha por atraer al público ya no radica sólo en la calidad y el precio de un producto sino también en los demás elementos que intervienen en la comercialización, tales como la publicidad, la promoción y el envase, por lo cual, este último puede considerarse una importante herramienta de comunicación.

Dentro del sistema de venta de autoservicio, los productos expuestos deben venderse por si mismos, sin la incitación de nadie. De tal modo que el envase no queda limitado a la pura protección, o a proporcionar una mayor facilidad de manejo, uso y transporte de los productos. El envase es el medio que ayuda a reflejar la imagen que el fabricante desea grabar en la mente del consumidor, presentando un producto distinto y de mejor apariencia que aquéllos de los competidores. ¹

La función del envase en el marketing estratégico

PRODUCTO	<p>El envase aporta al producto funciones de utilidad y seguridad.</p> <p>El envase debidamente sellado evita el fraude.</p> <p>Los productos con un envase adecuado proporcionan ventajas al cliente, como la limpieza, garantía de conservación y la comodidad en su uso.</p>
PRECIO	<p>Un envase atractivo, seguro y cómodo ayuda a establecer mejores precios de venta y, en algunos casos, a disminuir el costo del producto.</p> <p>Un envase determinado puede facilitar mejoras en el almacenamiento, manipulación, y transporte del producto, incidiendo, de esta manera en los costos y en el precio.</p>
DISTRIBUCIÓN	<p>Los vendedores y mayoristas dan prioridad a aquellos productos que presentan envases más eficaces.</p> <p>El tamaño de los envases y su idoneidad para ser presentados en estanterías y exhibidores, tienen una importancia fundamental.</p> <p>Un envase adecuado puede conseguir nuevos puntos de venta y nuevos mercados.</p>
PROMOCIÓN	<p>El envase ayuda a realizar la venta en el punto de compra.</p> <p>El envase identifica el producto evitando su sustitución por la competencia.</p> <p>El envase sirve de vehículo para los textos, imágenes publicitarias, cupones - descuento y adhesivos que integran la promoción.</p> <p>Un envase adecuado aumenta las ventas y el ciclo de vida de un producto.</p>



El Sistema Envase - Embalaje

El embalaje al igual que el envase, aunque a mayor escala, permite también la protección del producto, durante el manejo, el transporte y el almacenamiento.

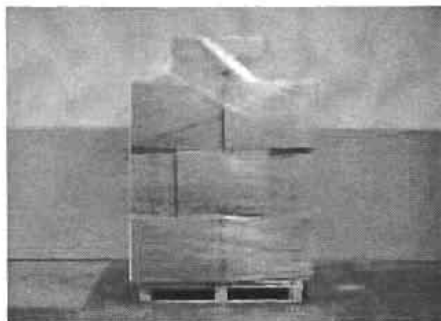
Cada envase y cada embalaje tienen características específicas de acuerdo al producto y al material utilizado, por lo que hay que conocer las prestaciones y limitantes de cada envase y cada embalaje.

El envase primario rara vez es el empaque de transportación; y lo que se podría definir como tal, puede variar en las diferentes etapas del ciclo de distribución. El embalaje de distribución óptima es aquel que da protección absoluta a cada sub-unidad de envase. El embalaje de distribución - transportación y la carga unitaria deben interrelacionarse recíprocamente. ¹

Actualmente debe tenerse una forma menos rígida para diferenciar ambas acciones. Una forma de aproximarse a estas acciones es entenderlas como un concepto, como un sistema de envase y embalaje, que implica pensar en ambos elementos junto con sus características perfectamente interrelacionadas. A veces este sistema y sus alcances son difíciles de delimitar, pues diferenciarlos no es del todo claro, e incluso en algunas ocasiones no podemos entender fácilmente donde uno de los elementos del sistema deja de ser un envase y empieza a funcionar como embalaje. Si consideramos el concepto "envase y embalaje" como partes de un mismo sistema que interactúa permanentemente, las cosas se simplifican.

Considerando al envase y embalaje como un sistema, éste consta generalmente de uno o varios de los siguientes elementos: envases -bolsas, cajas, sobres-, elementos de protección y sujeción -espumados de poliuretano, rellenos de papel, separadores, grapas, flejes- y embalajes -cajas de cartón corrugado, rejas, tarimas, entre otros. ¹

Este concepto de sistema de envase y embalaje se ha desarrollado como respuesta a las necesidades planteadas por el gran aumento en el volumen de producción de bienes, que ha requerido el desarrollo de métodos de envase y embalaje que interactúen más eficiente, segura y adecuadamente con las nuevas formas de comercialización, transporte y almacenaje en el mundo entero.



Funciones del embalaje

El contenedor y el protector del envolvente debe cumplir los requisitos siguientes:

- a. Permitir que el producto llegue en óptimas condiciones al consumidor, independientemente del tiempo de almacenaje.
- b. Proteger adecuadamente al producto durante el transporte, almacenaje, manejo y exhibición, además de protegerlo contra robos.
- c. Tener una relación de costo proporcional con los aspectos económicos del producto.
- d. El proceso de fabricación debe ser lo más sencillo posible.
- e. Ser competitivo.
- f. Cumplir con normas nacionales e internacionales.
- g. Tener las medidas que permitan aprovechar al máximo las áreas de transporte y almacenaje.
- h. Ser de fácil manejo.

El embalaje actúa como contenedor múltiple, unificador, y con información que compete al distribuidor o mayorista. Estos contenedores múltiples, cuyas dimensiones deberán ser modulares a las dimensiones de una tarima, permitirán mejorar su manejo unitarizado, almacenamiento y transporte, sin dañar el producto envasado.



En algunos casos las dimensiones del embalaje llegan a sobrepasar la capacidad del ser humano, por lo que generalmente es necesario usar equipo, maquinarias y accesorios para moverlo y transportarlo de un lugar a otro.

Los embalajes se fabrican con diversos materiales, según su tipo. Existen paletas (pallets) de cartón corrugado, papel kraft, madera, plástico y metal; y múltiples piezas de protección en casi todos los materiales mencionados.

Por lo general, cada material de embalaje se somete, antes de su lanzamiento, a pruebas para conocer su comportamiento en el transporte. De esta manera se conoce la reacción del producto a los agentes que más comúnmente pueden afectarlo, como pueden ser: impactos verticales y horizontales, vibración, compresión, deformación, rozamientos, rasgaduras, imperfecciones, cambios de temperatura, humedad, luz, cambios de altura, vapor de agua, bacterias, hongos, insectos, roedores, contaminación por otras mercancías, fugas de material y robos.



Tipos de envases y embalajes

Los materiales más comúnmente usados en envases son:

Cartón y papel	Bolsas, cajas, plegadizos, como soporte combinado con piezas moldeadas (<i>blister pack, skin pack, strip pack, tray pack, multipack</i>), estuches de cartón, embalajes con cartón corrugado.
Vidrio	Botellas y envases con una gran variedad de posibilidades formales y técnicas.
Plástico	Probablemente el más común, botellas, tarros, frascos, charolas, contenedores etc. Dependiendo de su aplicación específica los más utilizados son: ABS, polietileno, poliestireno, polipropileno, PVC, PET.
Metal	Latas de hojalata y aluminio, tubos depresibles, cajas, estuches, botes de aerosol.
Colaminados	Compuestos de polímeros, papeles y aluminio. Tetrapack, bolsas laminadas, tubos depresibles

Todos los envases y/o embalajes existentes en el mercado están compuestos por alguno o varios de los siguientes elementos:

PAPEL Y CARTÓN

- Bolsas
- Sacos
 - Boca abierta
 - Con válvula
- Sacos multicapas
- Cajas plegadas rígidas
- Tubos y envases cilíndricos

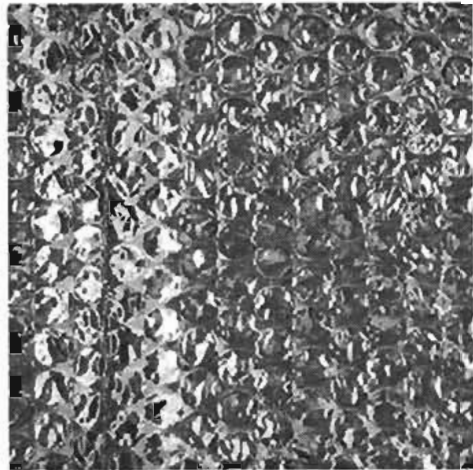
Soportes rígidos

PLÁSTICO

- Películas flexibles
- Plástico corrugado
- Bolsas
 - De asa
 - Calentables
 - Solubles en agua
 - Embalaje antiestático
- Almohadillas de burbujas de aire
 - Película antiestática
- Sacos
 - Para usos industriales y distribución



- Impermeables
- Cuerpos huecos
 - Ampollas
 - Botellas
 - Bombonas de sección rectangular
 - Barriles
 - Tubos
 - Vasos
 - Botes
- Celofanes
 - Material para envolver
 - Realización de bolsas
- Bandejas
- Cajas
- Cubetas
- Cajones
- Cartuchos
- Mangueras
- Redes
- Blister
- Skin pack
- Laminaciones con otros materiales
- Soportes de poliestireno expandido



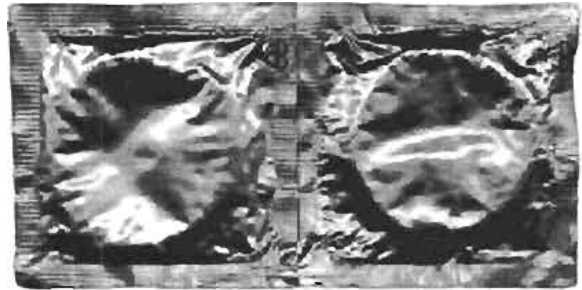
VIDRIO

- Botellas
- Botellones
- Frascos
- Tarros
- Vasos
- Ampolletas



METAL

- Bote sanitario
- Latas de dos piezas
- Latas de tres piezas
- Tubos colapsibles
- Foil de aluminio
- Aerosoles
- Metalizados al vacío



Dentro de todos estos envases – embalajes se puede contar con elementos adicionales de sujeción, estructura e información, como pueden ser:

- Adhesivos
- Etiquetas
- Impresiones
- Códigos de barras
- Mecanismo de apertura y cierre



Condiciones Actuales

A partir de los años 70 se ha generado una conciencia a nivel mundial en cuanto al impacto que puede tener en el planeta el uso, mal uso y abuso de los recursos naturales. El cuidado del ambiente ha generalizado la preocupación por lo que pueda suceder en un futuro, si no somos conscientes del impacto que estamos causando al planeta. La contaminación ambiental y los residuos sólidos urbanos centran la atención de grupos ecologistas.

Los envases – embalajes se encuentran involucrados en una gran polémica entre autoridades públicas e instituciones, por ser los mayores responsables de la contaminación urbana y causantes de los grandes problemas que hay que enfrentar para la eliminación de residuos sólidos.

Por ello es necesario dar a la relación envase – embalaje – medio ambiente soluciones racionales, inteligentes, sencillas y honestas. La industria del envase – embalaje debe trabajar en la optimización y racionalización de materiales, energía, generación de desechos y reaprovechamientos, analizando todas las opciones disponibles en el momento e iniciando la búsqueda de nuevas alternativas, bajo la premisa de contribuir a la conservación de la calidad del ambiente.

El concepto “envase verde”, es aplicado a todos aquellos envases utilizados en la vida diaria que afectan mínimamente al ambiente. Son elaborados con materiales naturales o sintéticos, reutilizables o reciclables, que se reintegran a la naturaleza sin mayor daño, que consumen un mínimo de energía y materia prima en su elaboración y/o que generan un mínimo de contaminantes durante su fabricación, uso y disposición.

Dentro de los residuos sólidos más abundantes destacan los siguientes:

- Envases y embalajes de plástico
- Papel en todas sus formas
- Vidrio
- Fibras naturales y sintéticas
- Residuos orgánicos
- Metales
- Materiales inertes

Podemos afirmar que la alternativa más viable para disminuir el impacto ambiental es reducir, reutilizar y reciclar los materiales de envase - embalaje; entendiendo que:

REDUCIR significa disminuir la producción y uso de todo aquello que genera desperdicio innecesario.

REUTILIZAR consiste en darle la máxima utilidad a los envases sin necesidad de destruirlos o deshacerse de ellos.

RECICLAR es usar los materiales de envase una y otra vez para hacer el mismo producto u otros.

Con la reducción, reutilización y reciclaje existe la posibilidad de disminuir las cantidades de envases – embalajes que deban ser enviados a sitios de disposición.

Estas tres soluciones básicas traen no solamente un ahorro en los costos de operación de los sistemas de control sino que alargaran e incrementaran la vida útil de los sitios de disposición final, además de generar la posibilidad de una menor y mejor utilización de los recursos naturales, disminuyendo el uso de materiales vírgenes en la producción de envases.

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Utilización de un sólo material o el menor número de ellos
- Utilización de materiales compatibles o separables
- Eliminación de componentes tóxicos
- Diseño de envases reutilizables
- Uso de materiales reciclados y reciclables

QUE SE TRADUCE EN

- Contenedor apto para ser rehusado o reciclado
- Componentes sencillos y reciclables
- Materiales no tóxicos
- Tamaño y forma estandarizados, lo que simplifica el reciclaje y la reutilización
- Disposición final sin problemas de manejo, procesamiento o contaminación

A este respecto, Martin Charter afirma: "Las tendencias internacionales están demostrando que los conceptos y herramientas, como el diseño para el medio ambiente, análisis de ciclo de vida y responsabilidad extendida de los productores están aquí para quedarse. Están rápidamente convirtiéndose en herramientas clave para las organizaciones proactivas. Más aún, un creciente cuerpo de evidencias sugiere que este tipo de aproximaciones son excepcionalmente avanzadas para proporcionar un rango de beneficios por encima y más allá de los beneficios ambientales y el simple cumplimiento".³

1. LOSADA ALFARO ANA MARIA, (2000), "*Envase y embalaje*" historia, tecnología y ecología. Designio Teoría y Práctica, México. 201 pp.
2. VIDALES GIOVANNETTI MA. DOLORES, (1995), "*El Mundo del Envase*" Manual para el diseño y producción de envases y embalajes. Editorial Gustavo Gili, Barcelona. 199 pp.
3. MARTIN CHARTER, (Oct. 2001), "Design for Environment". Greenleaf Publishing. www.greenleaf-publishing.com

III. Biónica

Biónica



El medio natural ha ejercido desde siempre una constante y profunda influencia sobre el hombre. Esta influencia se manifiesta, entre otras cosas en la creación del ambiente artificial.

La observación de los nidos de pájaros y de las texturas vegetales, inspiró al hombre en la creación de su hábitat y en el uso que posteriormente haría de las fibras naturales para confección de telas.

El hombre ha encontrado siempre, en la naturaleza, una fuente de inspiración para la resolución de sus problemas cotidianos.

Mucho después, la observación de los fenómenos naturales, con el fin de extraer soluciones funcionales se vuelve una preocupación constante, Leonardo Da Vinci, a quien se asocia a menudo con ésta toma de conciencia, no es un investigador aislado en su tiempo, sino la manifestación de una actitud experimental que se percibe en muchos de sus contemporáneos y que se inserta dentro de un planteamiento propuesto por muchos otros y mucho antes del Renacimiento.

Encontramos en Da Vinci, una capacidad de observación particularmente desarrollada, un acercamiento quizá más sistemático, más funcionalista, al fenómeno natural, como lo muestra el estudio de las alas de murciélago que desarrollo con miras a aplicarlo en la concepción de una máquina volante.

Desde hace mucho tiempo, el estudio de las proporciones en la naturaleza ha llamado la atención de artistas, estudiosos de la estética, y filósofos como Luca Pacioli di Borgo, quien recuperó todo un conocimiento relacionado con la sección áurea que llamó "proporción divina = 1.618", por sus propiedades únicas; Fibonacci, quien descubrió que el crecimiento y el desarrollo en el mundo vegetal correspondía a series geométricas y aritméticas precisas y más recientemente Matila Ghyka quien relaciona la estética de las relaciones en la naturaleza con las reglas del arte.

El acercamiento funcional al fenómeno natural, se manifestó también en otras áreas de conocimiento; D'Arcy Thompson, fue uno de los primeros naturalistas en abordar la naturaleza con las herramientas matemáticas y físicas.

“...el zoólogo y el morfológico han sido lentos en donde el fisiólogo ha buscado con ahínco la ayuda de las ciencias matemáticas y físicas, y la razón para esta diferencia de opinión se encuentra profundamente arraigada en viejas tradiciones y en algunas mentes y temperamentos variables del hombre. Tratar al cuerpo viviente como un mecanismo era repugnante y hasta pecaminoso para Pascal. Aún ahora el zoólogo apenas comienza a pensar en definir el lenguaje matemático en formas orgánicas más simples. Cuando se topa con una construcción geométrica sencilla, por ejemplo, un panal, prefiere referirse a un instinto físico o una habilidad o ingenuidad, antes que la operación de ciertas fuerzas físicas o leyes matemáticas. Cuando se ve en una concha de caracol, del nautilus o de los radiolarios alguna semejanza con una espiral o esfera está puesto, según su antigua costumbre, de creer que después de todo son algo más que una espiral o una esfera y que en ese “algo más” se encuentra lo que ni la física puede explicar. En pocas palabras se niega a comparar lo vivo con lo inerte o aclarar, por medio de la geometría o la mecánica, las cosas que tienen algo que ver con los misterios de la vida.”⁴

La obra de Thompson es particularmente innovadora en lo que respecta a la relación crecimiento-fórmula y el efecto de escala sobre la configuración de un efecto.

En respuesta a la especialización científica, cada vez más aguda, que tiende a perder de vista una problemática de conjunto. La segunda mitad del s. XX es testigo de la aparición de “ciencias de intersección” o interciencias, que agrupan a especialistas de áreas diversas con el objetivo de generar campos de reflexión y aplicaciones más fértiles, por su carácter sintético, que las ciencias especializadas, esencialmente analíticas y percibidas como acumuladores de conocimiento.

Con estas ciencias nace una actitud que se ha generalizado, una actitud multidisciplinaria para enfrentar las diversas problemáticas humanas. En 1960, en el marco del United Air Force, en EEUU nace oficialmente la **biónica**, agrupando a biólogos, físicos, ingenieros y matemáticos, con la intención de aplicar el conocimiento de los sistemas vivientes a la resolución de problemas técnicos.

La primera definición de la biónica se le atribuye al Mayor Jack E. Steele, es: “ciencia de los sistemas, cuyo funcionamiento ha sido copiado de sistemas naturales, o que presentan características específicas de sistemas naturales, o que les son análogos”.

Una definición más precisa formulada 14 años después:
“El estudio de los sistemas vivientes con el objetivo de descubrir nuevos principios, técnicas y procesos que puedan encontrar aplicaciones técnicas.”⁷

La Biónica analiza, desde un punto de vista cuantitativo, los sistemas biológicos, sus principios y características funcionales buscando una fuente de inspiración para desarrollar nuevas orientaciones en la concepción de sistemas técnicos que tengan características análogas”.

Desde sus principios la biónica toma una orientación particular y, de manera restrictiva, es asimilada la cibernética, con miras a desarrollar, gracias a la electrónica, modelos que reproduzcan los sistemas de recepción y de tratamiento de información, los sistemas de coordinación y autorregulación de los seres vivientes.

Bajo esta óptica, el sistema viviente es asimilado a un sistema cibernético y el estudio de los sentidos en los animales cobra entonces un interés particular (radar, sonar, termo receptores, etcétera).

Aunque actualmente la biónica se oriente cada vez mas a problemas de informática, tuvo en sus inicios un planteamiento menos restrictivo, a titulo de referencia tenemos el estudio hidrodinámico del delfín que se efectuó en los años cuarenta.

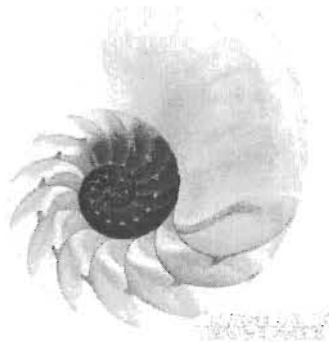
Además de un perfil hidrodinámico optimo, el delfín posee una piel compuesta que presenta la propiedad única de evitar, por contracción la formación de turbulencias en el agua que esta en contacto con su piel. Esta característica le confiere al delfín su excepcional velocidad de desplazamiento, ha sido utilizada para fines bélicos aplicándose al diseño de torpedos.

No es una casualidad si la biónica se institucionalizo en el marco de la Unite Air Force. Siendo que las propiedades políticas determinan de los apoyos financieros que le son atribuidos, se comprende rápidamente el repentino auge y la meteórica trayectoria de esta actividad.

Es interesante notar que las definiciones citadas anteriormente se refieren exclusivamente a los sistemas vivientes excluyendo el estudio de los minerales que sin embargo contienen principios estructurales de sumo interés.

“Un sistema es una combinación tendiendo hacia un objetivo... un cristal no tiende hacia un objetivo, por lo tanto no es un sistema”.⁸ Esta afirmación que surge en el medio donde se institucionalizo la biónica es aventurada ya que un cristal expresa siempre el equilibrio optimo entre las fuerzas intrínsecas determinadas por los componentes minerales y sus interrelaciones, y las fuerzas extrínsecas (gravedad, presión, temperatura, etc.). Pero quizá habría que explicar esta radical toma de posición, por el hecho de que un cristal no parece ofrecer un interés suficiente para aplicaciones militares.

Biónica y Diseño



En la actualidad, la búsqueda de soluciones en la naturaleza no es una preocupación exclusiva de la biónica.

En el campo del diseño arquitectónico, Nervi, Le Ricolais, Buckminster Fuller y más recientemente Frei Otto y Félix Candela se han inspirado inteligentemente de modelos naturales para concebir macro estructuras ligeras y estructuras económicas.

Por otro lado, en el marco de la planificación urbana y frente a la incapacidad del hombre para gestionar el crecimiento urbano, Jean Marolleau cuestiona: "...la biosfera pulula con modelos de expansión, modelos funcionales y eficaces que resultan de una selección natural. A falta de una mejor opción, ¿por qué no inspirarse en estos de manera sistemática e inteligente?"

Cita la forma espiral como modelo eficiente de crecimiento: "...tratándose de concebir una nueva ciudad capaz de digerir su propio crecimiento sin arruinar su armonía interna, ¿es acaso conveniente pensar está en términos de algún tema histórico a base de rectas y círculos o, mas bien recurrir abiertamente a un modelo (naturalista) sustentando en la espiral que no tiene ninguna probabilidad de aparecer con nuestros métodos actuales de modelado pero que, en cambio, emergen de la experiencia biológica?"

Por otro lado, se habla actualmente de economía de recursos, sobre todo de recursos energéticos. Sin embargo, el discurso energético es generalmente enfocado con una óptica miope e imedialista que lo reduce al problema de los hidrocarburos, al problema de las fuentes energéticas de origen fósil, sin tomar en cuenta que la función energética se explica también, tanto cuantitativamente como cualitativamente en los objetos y sistemas de objetos de nuestro medio ambiente artificial.

Es importante hacer notar, a este respecto, que todo objeto de la naturaleza responde a sus funciones para con el contexto que lo define, de la manera más

económica concebible, y esta es una coherencia funcional, estructural y formal que se manifiesta tanto en su microcosmos interno, como con su interfase con los elementos externos que lo solicitan.

Existen pocos antecedentes de biónica en el marco del diseño industrial y es un poco paradójico el constatar que el diseñador en general, quien supuestamente maneja los conceptos de función, forma y material, no cuente en su formación con una apertura hacia la observación de estos mismos principios (función, forma y material) y su interrelación en la naturaleza en donde las soluciones son la respuesta más económica a los requerimientos más exigentes y complejos concebibles.

Gui Bonsiepe menciona el análisis de un fenómeno formal y su transformación tridimensional con un objetivo didáctico, es decir la mejoría de la visión estructural y la interpretación creativa del elemento observado. Sugiere que, la biónica interesándose más en la creación de comportamientos análogos que de formas análogas, el término "biónico" debe emplearse con precaución. Siendo que el diseñador industrial está también comprometido con la integración formal de los componentes de un objeto, el aspecto puramente morfológico de los sistemas naturales es también enriquecedor. "La forma de un objeto es un diagrama de fuerzas", dice D'Arcy Thompson.

Son dos, a groso modo, los caminos para integrar la biónica al diseño. La investigación y la experimentación, por un lado, que parten de la observación de fenómenos naturales sin necesariamente tener presentes las aplicaciones inmediatas. Este enfoque genera una serie de datos innovadores que son utilizables posteriormente en proyectos específicos. La idea fundamental de esta opción es la de crear un banco de datos que alimente constantemente al diseño, no solamente en soluciones técnicas sino también en aspectos metodológicos.

El otro camino es la búsqueda de soluciones a un proyecto específico por analogía. Para esto se requiere, no solamente de un banco de datos que se plantea a través de la investigación pura, sino también de un conocimiento previo del campo, los principios básicos que determinan las formas en la naturaleza y de una metodología de aproximación del fenómeno natural.

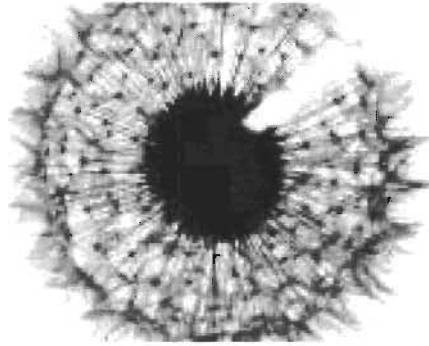
La Biónica, entendida en su sentido amplio llegará a ser un día una herramienta fundamental de la actividad proyectual. Para este efecto se propone una redefinición de la biónica adecuándola a la actividad de diseño:

"Estudio de los sistemas y organizaciones naturales, con miras a analizar y recuperar soluciones funcionales, estructurales y formales para aplicarlas a la resolución de problemas humanos, a través de la creación de tecnologías, y a la concepción de objetos y sistemas de objetos".

En esta época de crisis generalizada que caracteriza a las sociedades industriales y aquellas que están en proceso de serlo, época de crisis profunda que toca hasta los fundamentos y modelos de desarrollo y renovación de estas, la única vía portadora de esperanza es aquella que pasa por una mejor comprensión y un aprovechamiento más inteligente del medio ambiente natural; aquella vía que establece una relación creativa y dinámica con este medio.

Esta búsqueda prosigue ahora con diseñadores como Bruno Munari (crecimiento de las plantas), Gui Bonsiepe (imparte cursos sobre biónica en Brasil), Carmelo di Bartola (fundador del centro de estructuras naturales, en Milán, Italia) y muchos otros que tratan de encontrar respuestas en la naturaleza.

Los frutos



Colocar en el suelo húmedo una pequeña semilla y verla crecer hasta convertirse en arbusto o frondoso árbol es verdaderamente asombroso, y sorprendente es lo que han hecho las semillas por la humanidad.

Todas las grandes culturas antiguas han girado alrededor de las semillas. Gracias a estas pudieron establecerse como pueblos sedentarios y florecer como verdaderas civilizaciones en las más variadas regiones del planeta: La cultura del arroz en Asia, del maíz en América, la del trigo en Europa y la del sorgo en África.

Muchos de los objetos y artefactos más antiguos, rescatados en excavaciones recientes se relacionan con la semilla, como son utensilios para cocinarla molerla o sembrarla.

El hombre siempre ha venerado, respetado y reconocido lo que la semilla significa. La utiliza no solo como alimento sino también como ritual y símbolo en instrumentos musicales, adornos, en la magia y en diferentes manifestaciones artísticas. Produce bebidas como el chocolate, el anís y el café; extrae el aceite o usa las fibras –algodón- para vestirse. Es tanto el uso que pareciera que la planta produce semillas para beneficiar al hombre, pero la verdad es que lo hace exclusivamente con el fin de reproducirse.

Todas las especies deben multiplicarse; las plantas lo hacen por medio de las semillas. Estas se producen al efectuarse la polinización, misma que fecunda al óvulo en el que comienza a gestarse la semilla portadora de todas las características de la especie original y única capaz de reproducirse.

Para que la polinización se lleve a cabo, la naturaleza se vale de varios elementos como el viento y el agua; pero el más interesante son los insectos, que han llegado a un alto grado de especialización para poder satisfacer esa simbiosis entre planta y animal. El más conocido polinizador es la abeja, ya que al mismo tiempo que poliniza lleva al panal el polen y néctar que le sirven de alimento a ella y sus crías.

Si bien la polinización ha logrado un asombroso grado de adaptación a una función específica, la propia semilla, cuando llega a su madurez, utiliza medios para protegerse y propagarse.

La semilla en sí se encuentra casi siempre dentro de un cofre “fruto” que la aísla del medio ambiente y cuenta con mecanismos propios para liberarla y esparcirla lo más lejos posible de la planta madre. Estos mecanismos son muchos y variados, cubriendo aspectos que van desde la expulsión de la semilla, pasando por su distribución y diseminación, hasta la forma en que debe hacer contacto con la tierra.

Al abrirse la cavidad muchas semillas, como el diente de león, cuentan con pequeños “paracaídas” con los que el viento las impulsa lejos a muchos metros de la planta original; otra como el fresno se valen de pequeñas alas que les permiten deslizarse a grandes distancias como si fueran verdaderos “planeadores”.

Otra forma de garantizar su reproducción es elaborar gran cantidad de semillas, acomodándolas perfectamente en un mínimo espacio e ir las soltando poco a poco al secarse como en el caso del Tulipán de la India.

El cardo prefiere anclarse al pelo de los animales que pasean cerca y así poder alejarse de la planta original.

Otras, como las semillas de la higuera, explotan lanzando la semilla a grandes distancias. Algunas más, como las del pirul son tragadas por los pájaros, liberándolas posteriormente con el excremento sin dañarse.

La semilla del cocotero puede flotar meses en el mar hasta llegar a tierra firme y ahí poder desarrollarse.

Hay semillas como la vena silvestre que al caer a tierra se retuerce hasta encontrar un sitio apropiado para enterrarse o la del geranio o pico de cigüeña, cuya semilla cuenta en un extremo con una especie de “cola” que comienza a retorcer y enrollar como tirabuzón según la temperatura y humedad del medio ambiente, hasta caer sobre la tierra para ahí poder autosembrarse con la misma serie de movimientos.

Esta gran variedad de funciones hace que la semilla adquiera distintas formas externas, lo que resulta en una inmensa variedad de frutos.

Analogía Fruto – Envase



La naturaleza se enfrenta con un problema de almacenaje, protección y distribución de semillas, el cual es resuelto eficientemente por los frutos. Las soluciones presentadas son tan variadas como impredecibles o inesperadas.

Los frutos desempeñan su trabajo de acuerdo a necesidades específicas de funcionamiento, las cuales están influenciadas por los siguientes factores:

- Material
 - Relación peso volumen – limitante estructural
 - Clima – temperatura
lluvia
viento
soleación
altitud
- } Variables de adaptación

Como resultado de la infinita combinación de requerimientos, la naturaleza presenta igual número de soluciones y formas. Estas formas presentan mecanismos de supervivencia que se adaptan perfectamente a los requerimientos impuestos, y por lo que se pueden establecer relaciones entre la forma y la función que cumplen.

Así mismo el universo de los envases se enfrenta a problemas de almacenar, proteger y distribuir productos, en cuyo caso las necesidades están dadas por factores funcionales que pueden ser solucionados por las formas generadas en la naturaleza.

Si encontramos necesidades básicas de funcionamiento similares tanto en frutos como en envases podemos generar cruces de información para aplicar las soluciones de la naturaleza al medio industrial y comercial.

Si observamos mecanismos formales desempeñando funciones en algunos frutos es posible generar innovaciones prácticas que satisfagan problemas aun no planteados por los sistemas comerciales o con requerimientos de envasado aun impensables.

5. THOMPSON D'ARCY, (1969), "On Growth and form". University Press, Cambridge.
6. GHYKA MATILA, (1977), "The geometry of Art and Life". Dover, Nueva York.
7. R. PATURI FELIX, (1978), "Nature Mother of Invention, The engineering of plant life". Penguin Books, UK. 159pp.
8. Bionic's, a creative aid to engineering design), Mechanical Engineering No. 96,1974
9. Lucien Gérardine – "la Bionique", Paris, 1968).
10. LITINETSKI, I. B. (1975), *Iniciación a la biónica*. Barral editores, Barcelona España, 288 p. (ediciones de bolsillo; 419).
11. H. RAEDER PABLO. (1992), *La geometría de la forma*. UAM, Coyoacán México DF. 55 pp.

IV. Geometría

Historia



La historia del origen de la Geometría es muy similar a la de la Aritmética, siendo sus conceptos más antiguos, consecuencia de las actividades prácticas. Los primeros hombres llegaron a formas geométricas a partir de la observación de la naturaleza.

El sabio griego Eudemo de Rodas, atribuyó a los egipcios el descubrimiento de la geometría, ya que, según él, necesitaban medir constantemente sus tierras debido a que las inundaciones del Nilo borraban continuamente sus fronteras (la palabra geometría significa medida de tierras.)

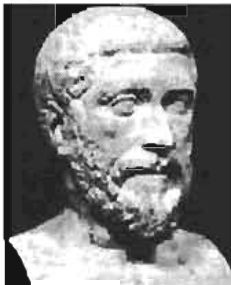
Los egipcios se centraron principalmente en el cálculo de áreas y volúmenes, encontrando, por ejemplo, para el área del círculo un valor aproximado de 3'1605. Sin embargo el desarrollo geométrico adolece la falta de teoremas y demostraciones formales. También encontramos rudimentos de trigonometría y nociones básicas de semejanza de triángulos.

También se tienen nociones geométricas en la civilización mesopotámica, constituyendo los problemas de medida el bloque central en este campo: área del cuadrado, del círculo (con una no muy buena aproximación de $\pi \approx 3$), volúmenes de determinados cuerpos, semejanza de figuras, e incluso hay autores que afirman que esta civilización conocía el teorema de Pitágoras aplicado a problemas particulares, aunque no, obviamente, como principio general.

No se puede decir que la geometría fuese el punto fuerte de las culturas china e india, limitándose principalmente a la resolución de problemas sobre distancias y semejanzas de cuerpos. También hay quien afirma que estas dos civilizaciones llegaron a enunciados de algunos casos particulares del teorema de Pitágoras, e incluso que desarrollaron algunas ideas sobre la demostración de este teorema.

En los matemáticos de la cultura helénica los problemas prácticos relacionados con las necesidades de cálculos aritméticos, mediciones y construcciones geométricas continuaron jugando un gran papel. Sin embargo, lo novedoso era, que estos problemas poco a poco se desprendieron en una rama independiente de las matemáticas que obtuvo la denominación de "logística". A la

logística fueron atribuidas: las operaciones con números enteros, la extracción numérica de raíces, el cálculo con la ayuda de dispositivos auxiliares, cálculo con fracciones, resolución numérica de problemas que conducen a ecuaciones de 1^{er} y 2^o grado, problemas prácticos de cálculo y constructivos de la arquitectura, geometría, agrimensura, etc...



Pitágoras

Al mismo tiempo ya en la escuela de Pitágoras se colocó la piedra angular de la geometría científica al demostrar que las diversas leyes arbitrarias e inconexas de la geometría empírica se pueden deducir como conclusiones lógicas de un número limitado de axiomas, o postulados. Estos postulados fueron considerados por Pitágoras y sus discípulos como verdades evidentes; sin embargo, en el pensamiento matemático moderno se consideran como un conjunto de supuestos útiles pero arbitrarios.

Paralelamente, al ampliarse el número de magnitudes medibles, debido a la aparición de los números irracionales, se originó una reformulación de la geometría, dando lugar al álgebra geométrica. Esta nueva rama incluía entre otros conceptos el método de anexión de áreas, el conjunto de proposiciones geométricas que interpretaban las cantidades algebraicas, división áurea, expresión de la arista de un poliedro regular a través del diámetro de la circunferencia circunscrita. Sin embargo, el álgebra geométrica estaba limitada a objetos de dimensión no mayor que dos, siendo inaccesibles los problemas que conducían a ecuaciones de tercer grado o superiores, es decir, se hacían imposibles los problemas que no admitieran solución mediante regla y compás. La historia sobre la resolución de los tres problemas geométricos clásicos (sobre la cuadratura del círculo, la trisección de un ángulo, la duplicación del cubo) está llena de anécdotas, pero lo cierto es que como consecuencia de ellos surgieron, por ejemplo, las secciones cónicas, cálculo aproximado del número pi, el método de exhaustión como predecesor del cálculo de límites o la introducción de curvas trascendentes.

Asimismo, el surgimiento de la irracionalidad condicionó la necesidad de creación de una teoría general de las relaciones, teoría cuyo fundamento inicial lo constituyó el algoritmo de Euclides.

Las primeras teorías matemáticas que se abstrajeron de los problemas concretos o de un conjunto de problemas de un mismo tipo, crearon las condiciones necesarias y suficientes para el reconocimiento de la autonomía y especificidad de las matemáticas.

El carácter abstracto del objeto de las matemáticas y los métodos de demostración matemática establecidos, fueron las principales causas para que esta ciencia se comenzara a exponer como una ciencia deductiva, que a partir de unos axiomas, presenta una sucesión lógica de teoremas. Las obras en las

cuales, en aquella época se exponían los primeros sistemas matemáticos se denominaban "Elementos".

Se encuentran elementos pertenecientes a muchos autores, sin embargo todos ellos han quedado relegados a un segundo plano tras la obra matemática más impresionante de la historia: Los Elementos de Euclides. "Los Elementos", como denominaremos a esta obra a partir de ahora, están constituidos por trece libros, cada uno de los cuales consta de una sucesión de teoremas. A veces se añaden otros dos, los libros 14 y 15 que pertenecen a otros autores pero por su contenido, están próximos al último libro de Euclides.

En "Los Elementos" de Euclides se recogen una serie de axiomas o postulados que sirvieron de base para el posterior desarrollo de la geometría. Es de especial interés, por la controversia que originó en épocas posteriores el quinto axioma, denominado "el de las paralelas", según el cual dos rectas paralelas no se cortan nunca. Durante siglos se asumió este axioma como irrefutable, hasta que en el siglo XIX surgieron las llamadas geometrías no euclídeas, que rebatieron este postulado.

Con posterioridad a Euclides y Arquímedes, las matemáticas cambiaron fuertemente, tanto en su forma como en su contenido, haciendo el proceso de formación de nuevas teorías más pausado, hasta llegar a interrumpirse.

Entre las nuevas teorías desarrolladas ocupa el primer lugar la teoría de las secciones cónicas, que surgió de las limitaciones del álgebra geométrica. El interés hacia las secciones cónicas creció a medida que aumentaban la cantidad de problemas resueltos con su ayuda. Sin duda, la obra más completa, general y sistemática de las secciones cónicas se debe a Apolonio de Perga.

En la época del dominio romano destacan algunos recetarios en forma de reglas que permitían el cálculo de algunas áreas y volúmenes; y en especial la conocida fórmula de Herón para calcular el área del triángulo, conociendo los tres lados.

Durante el primer siglo del **Imperio Musulmán** no se produjo ningún desarrollo científico, ya que los árabes, no habían conseguido el impulso intelectual necesario, mientras que el interés por el saber en el resto del mundo, había desaparecido casi completamente. Fue a partir de la segunda mitad del siglo VIII, cuando comenzó el desenfundado proceso de traducir al árabe todas las obras griegas conocidas, fundándose escuelas por todo el Imperio.

Destacaremos como avance anecdótico, pero no por ello carente de valor, la obtención del número pi con 17 cifras exactas mediante polígonos inscritos y circunscritos en la circunferencia realizada por Kashi (s. XV). Después de más de 150 años, en 1593, en Europa, Viète encontró sólo nueve cifras exactas. Hubo que esperar a fines del siglo XVI y comienzos del XVII para repetir el cálculo de Kashi.

El rasgo característico más importante de las matemáticas árabes fue la formación de la trigonometría. En relación con los problemas de astronomía, confeccionaron tablas de las funciones trigonométricas con gran frecuencia y alto grado de exactitud, tanto en trigonometría plana como esférica.

Entre las obras geométricas destacan las de Omar Khayyam (s. XVI) y Nasir Edín (s. XIII), directamente influenciadas por las obras clásicas, pero a las que contribuyeron con distintas generalizaciones y estudios críticos, como los relativos al axioma euclidiano del paralelismo, que pueden considerarse como estudios precursores de la geometría no euclidiana.

En el continente europeo, las matemáticas no tienen un origen tan antiguo como en muchos países del Lejano y Medio Oriente, alcanzando sólo éxitos notorios en la época del medioevo desarrollado y especialmente en el Renacimiento.

Podemos considerar la obra de Fibonacci "Practica Geometriae" como el punto de arranque de la geometría renacentista. Esta obra está dedicada a resolver determinados problemas geométricos, especialmente medida de áreas de polígonos y volúmenes de cuerpos.

Otro contemporáneo, aunque no tan excepcionalmente dotado fue Jordano Nemorarius (1237-?) a quien debemos la primera formulación correcta del problema del plano inclinado.

El profesor parisino Nicole Oresmes (1328-1382) llegó a utilizar en una de sus obras coordenadas rectangulares, aunque de forma rudimentaria, para la representación gráfica de ciertos fenómenos físicos.

Ya en el **siglo XV**, época de las grandes navegaciones, la trigonometría fue separada de la astronomía, alzándose como ciencia independiente de la mano de Regiomontano (1436-1474), que trató de una manera sistemática todos los problemas sobre la determinación de triángulos planos y esféricos. Asimismo en esta obra se establece un notable cambio desde el álgebra literal al álgebra simbólica.

Fue François Viète (1540-1603) quien dio un sistema único de símbolos algebraicos consecuentemente organizado, estableciendo en todo momento, una fuerte conexión entre los trabajos trigonométricos y algebraicos, de forma que de igual manera que se le considera el creador del álgebra lineal, se le podría considerar como uno de los padres del enfoque analítico de la trigonometría, esto es, la goniometría.

Para hacer más fáciles los cálculos, los matemáticos desarrollaron ciertos procedimientos en los que, el papel fundamental lo jugaban determinadas relaciones trigonométricas, lo que llevó a la confección de numerosas tablas trigonométricas. En la elaboración de tablas trabajaron, por ejemplo, Copérnico

(1473-1543) y Kepler (1571,1630). Semejantes métodos se utilizaban tan frecuentemente que recibieron el nombre de "prostaferéticos". Ellos fueron utilizados por los matemáticos de Oriente Medio, Viète, Tycho Brahe, Wittich, Bürgi y muchos otros. Estos métodos siguieron utilizándose incluso después de la invención de los logaritmos a comienzos del siglo XVII, aunque sus fundamentos, basados en la comparación entre progresiones aritméticas y geométricas, comenzaron a fraguarse mucho antes.

Durante el **siglo XVII** surgieron casi todas las disciplinas matemáticas, produciéndose en lo que a la geometría se refiere el nacimiento de la geometría analítica.

Sin duda los dos grandes en esta materia y época fueron René Descartes (1596-1650) y Pierre de Fermat (1601-1655).

La última parte de la famosa obra de Descartes "Discurso del Método" denominada "Géometrie", detalla en su comienzo, instrucciones geométricas para resolver ecuaciones cuadráticas, centrándose seguidamente en la aplicación del álgebra a ciertos problemas geométricos. Analiza también curvas de distintos órdenes, para terminar en el tercer y último libro que compone la obra, con la construcción de la teoría general de ecuaciones, llegando a la conclusión de que el número de raíces de una ecuación es igual al grado de la misma, aunque no pudo demostrarlo. Prácticamente la totalidad de la Géometrie está dedicada a la interrelación entre el álgebra y la geometría con ayuda del sistema de coordenadas.

Simultáneamente con Descartes, Pierre de Fermat desarrolló un sistema análogo al de aquél. Las ideas de la geometría analítica, esto es, la introducción de coordenadas rectangulares y la aplicación a la geometría de los métodos algebraicos, se concentran en una pequeña obra: "introducción a la teoría de los lugares planos y espaciales". Aquellos lugares geométricos representados por rectas o circunferencias se denominaban planos y los representados por cónicas, especiales. Fermat abordó la tarea de reconstruir los "Lugares Planos" de Apolonio, describiendo alrededor de 1636, el principio fundamental de la geometría analítica: "siempre que en una ecuación final aparezcan dos incógnitas, tenemos un lugar geométrico, al describir el extremo de uno de ellos una línea, recta o curva". Utilizando la notación de Viète, representó en primer lugar la ecuación $Dx=B$, esto es, una recta. Posteriormente identificó las expresiones $xy=k^2$; $a^2+x^2=ky$; $x^2+y^2+2ax+2by=c^2$; $a^2-x^2=ky^2$ con la hipérbola, parábola circunferencia y elipse respectivamente. Para el caso de ecuaciones cuadráticas más generales, en las que aparecen varios términos de segundo grado, aplicó rotaciones de los ejes con objeto de reducirlas a los términos anteriores.

La extensión de la geometría analítica al estudio de los lugares geométricos espaciales, la realizó por la vía del estudio de la intersección de las superficies espaciales por planos. Sin embargo, las coordenadas espaciales también en él están ausentes y la geometría analítica del espacio quedó sin culminar.

Lo que sí está totalmente demostrado, es que la introducción del método de coordenadas deba atribuirse a Fermat y no a Descartes, sin embargo su obra no ejerció tanta influencia como la *Géométrie* de Descartes, debido a la tardanza de su edición y al engorroso lenguaje algebraico utilizado.

El desarrollo posterior de la geometría analítica, mostró que las ideas de Descartes sobre la unificación del álgebra y geometría no pudo realizarse sino que siguieron un camino separado aunque relacionado.

El surgimiento de la geometría analítica, aligeró sustancialmente la formación del análisis infinitesimal y se convirtió en un elemento imprescindible para la construcción de la mecánica de Newton, Lagrange y Euler, significaba la aparición de las posibilidades para la creación del análisis de variables.

Ya en el **siglo XVIII** se completó el conjunto de las disciplinas geométricas y, excluyendo sólo las geometrías no euclidianas y la apenas iniciada geometría analítica, prácticamente todas las ramas clásicas de la geometría, se formaron en este siglo. Así además de la consolidación de la geometría analítica, surgieron la geometría diferencial, descriptiva y proyectiva, así como numerosos trabajos sobre los fundamentos de la geometría. Entre los diferentes problemas y métodos de la geometría, tuvieron gran significado las aplicaciones geométricas del cálculo infinitesimal. De ellas surgió y se desarrolló la geometría diferencial, la ciencia que ocupó durante el siglo XVIII el lugar central en el sistema de las disciplinas geométricas.

Una de las características principales de la geometría que se desarrolló durante la segunda mitad del **siglo XIX**, fue el entusiasmo con que los matemáticos estudiaron una gran variedad de transformaciones. De ellas, las que se hicieron más populares fueron las que constituyen el grupo de transformaciones que definen la denominada geometría proyectiva. Los métodos aparentemente detenidos en su desarrollo desde la época de Desargues y Pascal, de estudio de las propiedades de las figuras invariantes respecto a la proyección, se conformaron en los años 20 del siglo XIX en una nueva rama de la geometría: la geometría proyectiva, merced sobre todo a los trabajos de J. Poncelet.

Otro concepto dimensional, el de dimensiones fraccionarias, apareció en el siglo XIX. En la década de 1970 el concepto fue desarrollado por Benoît Mandelbrot como la geometría fractal.

Geometría Analítica

Bajo esta denominación se considera aquella parte de la geometría donde se estudian las figuras y transformaciones geométricas dadas por ecuaciones algebraicas. Las puertas a esta rama fueron abiertas, ya en el siglo XVII por Descartes y Fermat, pero sólo incluían problemas planos. Hubo de ser Newton quien en 1704 diera un paso importante al publicar la obra, "Enumeración de las curvas de tercer orden", clasificando las curvas según el número posible de puntos de intersección con una recta, obteniendo un total de 72 tipos de curvas, que se podían representar por ecuaciones de cuatro tipos. Sin embargo, lo verdaderamente importante de esta obra fue el descubrimiento de las nuevas posibilidades del método de coordenadas, definiendo los signos de las funciones en los cuatro cuadrantes.

Fue Euler quien, en 1748, sistematizó la geometría analítica de una manera formal. En primer lugar expuso el sistema de la geometría analítica en el plano, introduciendo además de las coordenadas rectangulares en el espacio, las oblicuas y polares. En segundo lugar, estudió las transformaciones de los sistemas de coordenadas. También clasificó las curvas según el grado de sus ecuaciones, estudiando sus propiedades generales. En otros apartados de sus obras trató las secciones cónicas, las formas canónicas de las ecuaciones de segundo grado, las ramas infinitas y asíntotas de las secciones cónicas y clasificó las curvas de tercer y cuarto orden, demostrando la inexactitud de la clasificación newtoniana. También estudió las tangentes, problemas de curvaturas, diámetros y simetrías, semejanzas y propiedades afines, intersección de curvas, composición de ecuaciones de curvas complejas, curvas trascendentes y la resolución general de ecuaciones trigonométricas. Todo estos aspectos se recogen en el segundo tomo de la obra "Introducción al análisis..." que Euler dedicó exclusivamente a la geometría analítica.

El estudio de las formas geométricas descritas por ecuaciones algebraicas en completa generalidad es un área activa de investigación conocida como geometría algebraica. En el siglo pasado la geometría algebraica se ha desarrollado enormemente. Aún cuando la geometría algebraica tiene un alto nivel de abstracción, es también una base para profundas y útiles aplicaciones. Como un ejemplo, los métodos de la geometría algebraica están siendo usados para la construcción de códigos indescifrables y para la construcción de códigos que pueden auto corregir sus errores. En relación con la transmisión electrónica de datos, tales códigos tienen ya una importancia indiscutible.

La geometría analítica realizó un gran camino de desarrollo y determinó su lugar como parte de la geometría que estudia las figuras y transformaciones dadas por ecuaciones algebraicas con ayuda del método de coordenadas utilizando los métodos del álgebra.

Geometría Descriptiva

Desde sus orígenes, el hombre ha tratado de comunicarse mediante grafismos o dibujos. Las primeras representaciones que conocemos son las pinturas rupestres, en ellas no solo se intentaba representar la realidad que le rodeaba, animales, astros, al propio ser humano, etc., sino también sensaciones, como la alegría de las danzas, o la tensión de las cacerías.

A lo largo de la historia, este ansia de comunicarse mediante dibujos, ha evolucionado, dando lugar por un lado al dibujo artístico y por otro al dibujo técnico. Mientras el primero intenta comunicar ideas y sensaciones, basándose en la sugerencia y estimulando la imaginación del espectador, el dibujo técnico, tiene como fin, la representación de los objetos lo más exactamente posible, en forma y dimensiones.

Para una representación rápida y superficial de una idea, es comúnmente usado el tipo de dibujo pictórico. Para proporcionar completamente el detalle necesario para el diseño y construcción de una maquina, estructura, dispositivo, u objeto, es usado el dibujo técnico, basado en los principios de proyección ortogonal.

La solución de problemas de geometría descriptiva deben considerarse como si fueran reportes científicos. En este tipo de gráficas las soluciones requieren ser lo más precisas posibles, absolutamente claras y comprensibles sin ninguna explicación oral suplementaria.

Los métodos de la geometría descriptiva surgieron en el dominio de las aplicaciones técnicas de la matemática y su formación como ciencia matemática especial, se culminó en los trabajos de Monge, cuya obra en este terreno quedó plasmada en el texto "Géométrie descriptive". En la obra se aclara, en primer lugar, el método y objeto de la geometría descriptiva, prosiguiendo a continuación, con instrucciones sobre planos tangentes y normales a superficies curvas. Analiza en capítulos posteriores la intersección de superficies curvas y la curvatura de líneas y superficies.

El perfeccionamiento de carácter particular y la elaboración de diferentes métodos de proyección constituyeron el contenido fundamental de los trabajos sobre geometría proyectiva en lo sucesivo. La idea del estudio de las propiedades proyectivas de los objetos geométricos, surgió como un nuevo enfoque que simplifica la teoría de las secciones cónicas. Las obras de Desargues y Pascal resuelven este problema y sirven de base a la nueva geometría.

Geometría Fractal

El concepto del universo caótico e infinito no era factible a ser representado ya que es de naturaleza continua e innumerable no posee el contomo necesario que permita su devenir por lo tanto se le daba el valor de negativo potencial (aquello que todavía no es) y no actual (aquello que es en toda su forma) de tal manera que sólo puede ser intuido pero no experimentado, ni conocido.

A mediados de los años setentas Benoît B. Mandelbrot abordó este tema desde un punto matemático creando como consecuencia una nueva geometría a la que llamó "fractal", con la que se pretende explicar el comportamiento del caos en la naturaleza, obteniendo como conclusión, en contraste con el concepto antiguo, que el caos si mantiene una estructura ordenada dentro de sí mismo y que además se comporta de manera semejante a la globalidad estructural de fenómeno en estudio.

En palabras del mismo Mandelbrot, "Acuña el termino fractal a partir del adjetivo latino *fractus*. El verbo correspondiente es *frangere* que significa romper en pedazos. Es pues razonable, ¡y nos viene de perlas! que además de fragmentado (como en fracción) *fractus* signifique también irregular, confluyendo ambos significados en el termino fragmento. Como álgebra procede del árabe jabara = unir, atar, ¡fractal y álgebra son etimológicamente opuestos!"

Los métodos fractales sirven para analizar cualquier sistema, tanto natural como artificial, que se componga de << partes >> articuladas en forma autosemejante, y tales que las propiedades de las partes sean menos relevantes que las reglas de articulación. Formas escalantes, es decir, su grado de irregularidad y/o fragmentación es idéntico a todas las escalas.



Los mejores fractales son los que presentan un mínimo de variación. Además, la mayoría es también invariante según ciertos cambios de escala. Diremos que son escalantes. Un fractal que sea invariante por la transformación geométrica de semejanza, en el sentido ordinario, se dice autosemejante.

No hay que malinterpretar la motivación que impulsa a suponer la homogeneidad y la invariancia por cambios de escala. Aquí como en la geometría ordinaria de la naturaleza, nadie cree que el mundo sea estrictamente homogéneo ni escalante.

Además la geometría fractal revela que algunos de los capítulos más austeros y formales de la matemática tienen una cara oculta: todo un mundo de belleza plástica que ni siquiera podíamos sospechar.

"Las extravagantes creaciones esconden todo un mundo de interés para aquellos que celebran la naturaleza tratando de imitarla". (Vigner, 1960)

Parámetros Geométricos

Esto nos lleva a utilizar la geometría descriptiva, que se trata de una disciplina ordenadora y clasificadora de la forma, nos permite manejar volúmenes en el espacio sintetizándolos en modelos geométricos, analizando los componentes y abstrayendo las geometrías básicas de acuerdo con la siguiente clasificación de superficies:

Regladas	Desarrollables	Poliedros Regulares	Tetraedro
			Cubo
			Octaedro
			Dodecaedro
			Icosaedro
	Radiales cónicos	Cono	
		Pirámide	
		Cilindro	
	Radiales cilíndricos	Prisma	
		Helicoide desarrollable (con voluta helicoidal)	
Alabeadas	Tangenciales	De tres directrices	Hiperboloide elíptico
		De plano director	Paraboloide hiperbólico
	Curvas	De cono director	Conoide
		Segundo grado	Helicoides alabeados
			Esfera
Revolución	Varias	Elipsoide	
		Paraboloide elíptico	
	Toro	Hiperboloide de un manto	
		Escocia	
Helicoides curvos	Serpentines		

(Y las variaciones que resulten de la combinación de todas)

12. (Jun. 2003), "Historia de la Geometría" <http://www.profesorenlinea.cl>
13. VAGN LUNDSGAARD HANSEN, (Feb. 2001), "Geometría Eterna", traducción: Víctor Hernández y Martha Villalba. PMME-UNISON. <http://www.xtec.es/~jdomen28>
14. RUIZ RUIZ-FUNES CONCEPCION, DE ALVA RUIZ NURIA, GARCIA CASTILLO ALEJANDRA, (Jun. 2003), "Geometría Clásica". Red Escolar. www.redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/act_permanentes/mate/mate
15. (Jun. 2003), "Geometría" <http://www.almez.pntic.mee.es/~aqos0000/index>
16. BOLES MARTHA & NEWMAN ROCHELLE, (1987), "Universal Patterns" *The Golden Relationship: Art, Math & Nature*. Pythagorean Press, Bradford Massachusetts. 266 pp.
17. DE VILLERS ALIDA, (Jun. 2003), "Geometría Fractal". <http://www.geocities.com/alyrub/geometria>.
18. BRAUN ELIEZER. (1996), "*Caos Fractales y cosas raras*". FCE, México D.F. 154 pp. La ciencia desde México / 150
19. H. RAEDER PABLO. (1992), *La geometría de la forma*. UAM, Coyoacán México D.F. 55 pp.

V. Métodos y Procedimientos

Objetivo General

Analizar la forma de los frutos con el uso de geometría descriptiva, para obtener conocimiento aplicable a la forma de los envases embalajes. La cual estará determinada por requerimientos de una necesidad específica, y que de alguna manera, deberá representar una innovación para el mercado. Misma que puede ser dada por su función, producción, ergonomía y/o estética; valores que dependerán intrínsecamente de la geometría del envase.

Objetivos Particulares

- Abstracter geoméricamente las formas de los frutos.
- Encontrar relaciones de función-espacio geométrico.
- Comparar las cualidades intrínsecas de las geometrías en cuanto a su relación forma-función.
- Concluir cuales son las geometrías que mejor resuelven el problema de aprovechar el espacio.

Hipótesis

¿Cuáles son las relaciones entre la función y las formas presentes en los frutos; aplicables a la industria del envase y embalaje?

La geometría de los envases embalajes juega un papel muy importante pues determina tanto la estructura física que se le da al material, como la relación formal que tendrá con el exterior. Las formas geométricas resuelven de distintas maneras la división espacial, algunas más eficientemente que otras.

La morfología de los frutos responde a condiciones físicas de supervivencia y adaptabilidad, y por lo tanto las soluciones que presentan a la división espacial son distintas. Estas formas representan un uso práctico de los materiales para su estructuración.

El uso del espacio al momento de envasar y empaçar un producto, resulta en un tipo determinado de configuración. Esta configuración determina en mayor o menor grado el aprovechamiento del espacio, el cual esta determinado por lo siguiente:

1. guardar mas en menos
2. división del espacio sin tener desperdicios
3. relación volumen contenido vs. superficie envolvente
4. relación contenedor de contenedores
5. standardización y modulación del espacio

Los frutos al ser considerados como contenedores de semillas presentan soluciones geométricas a la configuración del espacio. Si encontramos con

frecuencia la aparición de una geometría, podremos asumir que esta es más exitosa en términos de función y adaptación. Si analizamos las características que presentan con respecto al aprovechamiento espacial, podremos extraer conocimiento aplicable a los sistemas de envase y embalaje.

Procedimiento

1. Acotar parámetros geométricos.
2. Observar una población de 110 frutos.
3. Abstraer las geometrías encontradas en los frutos.
4. Clasificarlas mediante el uso de geometría descriptiva.
5. Analizar los conceptos de geometría fractal presentes y hasta que escala es posible definirlos.
6. Generar modelos geométricos de dos y tres dimensiones para analizar distintas soluciones a la generación espacial.
7. Concluir cuales son las geometrías que presentan soluciones adecuadas a los problemas planteados.
8. Plantear una aplicación práctica.
9. Generar un perfil de diseño de producto (tomando en cuenta cuatro aspectos: práctico, ergonómico, estético y productivo).
10. Desarrollo del producto.
11. Comunicación de la solución.

Catálogo de Alternativas Biológicas

En el presente estudio se observó un universo de aproximadamente 110 frutos, del cual se seleccionó un grupo más pequeño de 11 unidades para un análisis profundo. Los parámetros de selección fueron variados, partiendo principalmente del reconocimiento de volúmenes bien definidos, en otros casos la estructuración interna o subdivisión de elementos llamaron la atención, así como la búsqueda de patrones en las texturas externas.

La función de los frutos como contenedores, preservadores y distribuidores de las semillas fueron esenciales para la selección, de igual forma los valores estéticos intrínsecos de las plantas fueron definatorios en algunos casos.

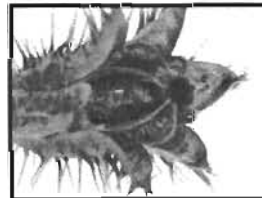
A continuación se presenta la selección definitiva con las razones del porque de cada uno.

ALMENDRO



Estructuración, protección de la semilla, división de capas, forma.

Estructura interna, mecanismo de apertura, arreglo de las semillas y patrón superficial.



CHICALOTE

COLA DE MICO



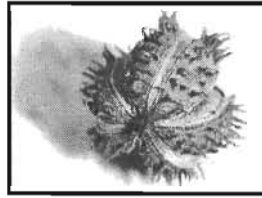
Textura superficial, apariencia, forma, color, transformación.

Forma bien definida, mecanismo de apertura, simetrías.



EUCALIPTO

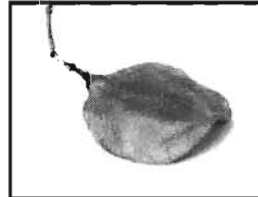
HIGUERILLA



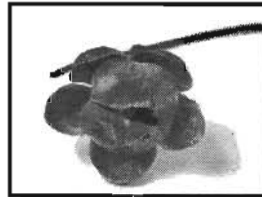
Acomodo de semillas, mecanismo de apertura, transformación, color, texturas, división de capas

Simetrías, formas, mecanismo de apertura, transformación, colores, acomodo de semillas.

JACARANDA



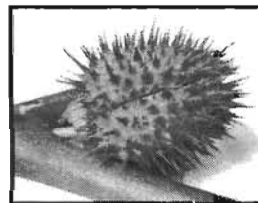
OJOS DE TECOLOTE



Combinación de formas, mecanismo de apertura, separación de partes, transformación, arreglo de las semillas.

Patrón superficial, subdivisión interna, acomodo de semillas, estructuras internas, protección.

TOLOACHE



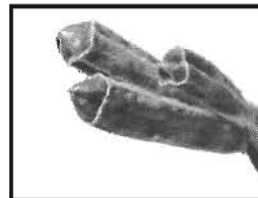
TORNILLO



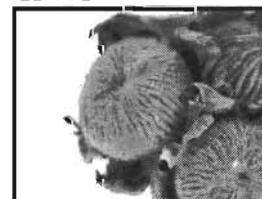
Forma, acomodo de semillas, mecanismo de apertura.

Sección continua, mecanismo de apertura, acomodo de las semillas, simetrías.

TIGRIDIA



VARA DE SAN PEDRO



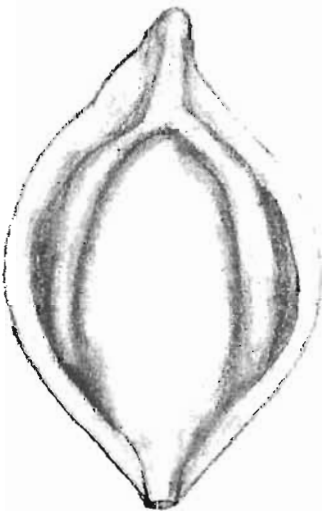
Subdivisión, acomodo, textura, apariencia.

VI. Investigación

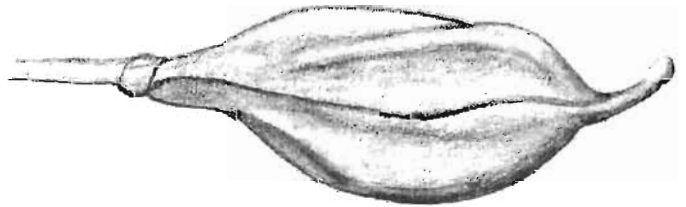
ALMENDRO



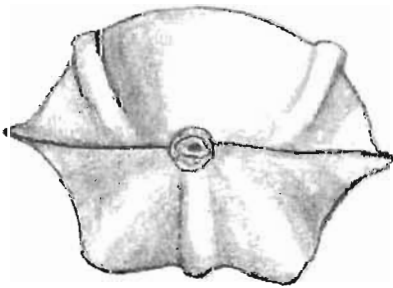
Vista superior



Vista lateral



+

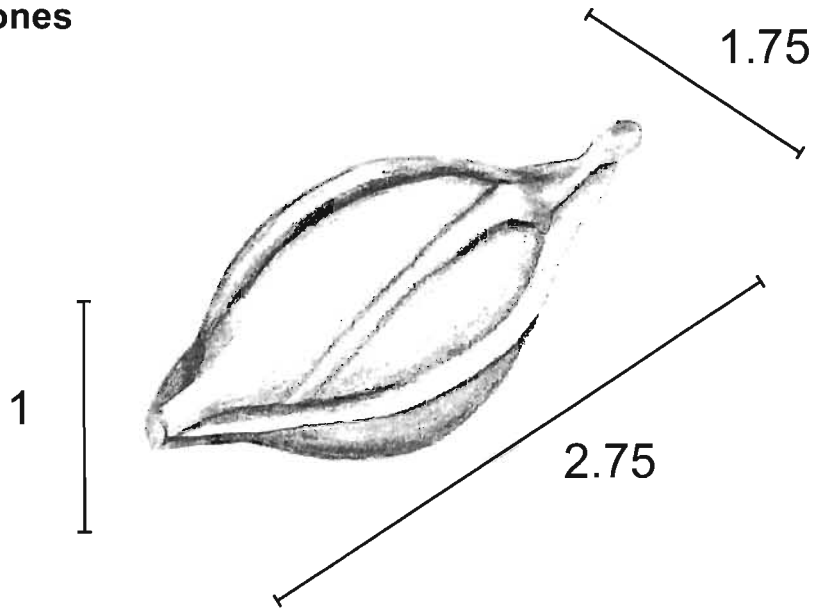


Vista frontal



Perspectiva

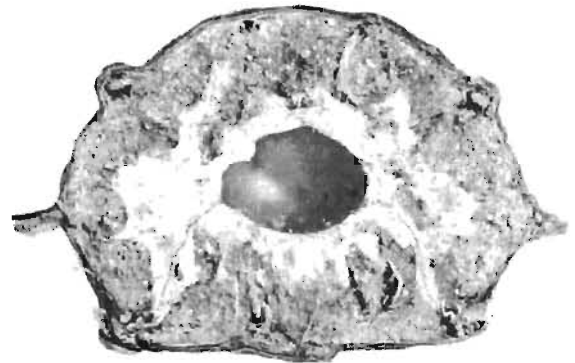
Proporciones



Corte longitudinal

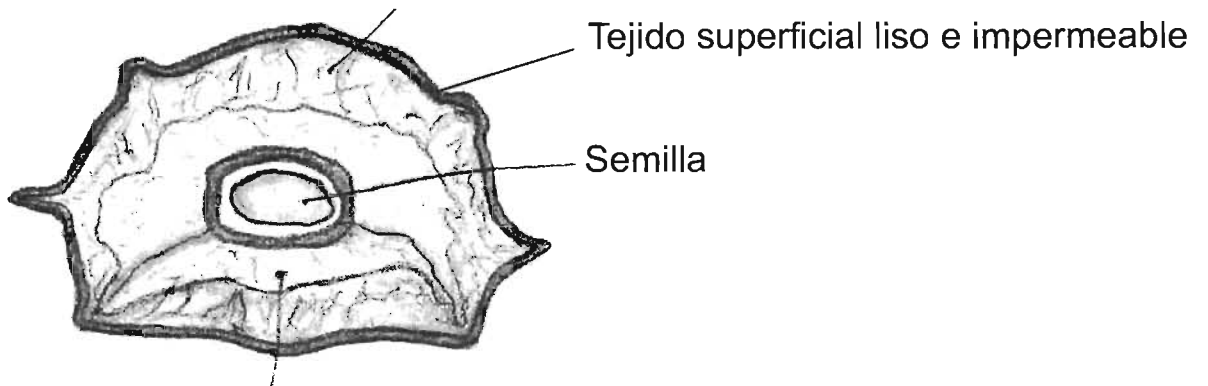


Corte transversal



Estructuras de interes

Tejido fibroso suave y resinoso



Tejido fibroso duro y compacto

Descripción biológica

Familia: COMBRETACEAE

Nombre científico: *Terminalia catappa* L.

Nombre común: Almendro

Forma biológica: Árbol caducifolio

Tipo de fruto: Drupa

Tipo de dehiscencia: Indehiscente

Medio de dispersión: Zoocoria

Clima: Cálido húmedo

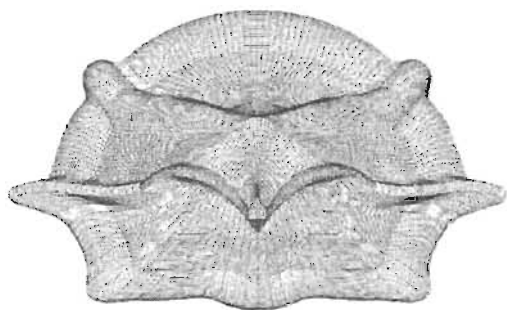


Descripción Funcional

Debido a los altos vientos y humedad que representa la costa, este fruto tiene una forma y composición con poca resistencia a estos factores, lo que le permite permanecer pegado al árbol hasta madurar. Cuando esta listo, se desprende y ayudado una vez mas por la forma y los materiales con que esta hecho navega manteniendo el contenido intacto por varias semanas. La protuberancia que tiene en uno de los extremos sirve para clavarse en la arena al momento de caer del árbol o después de haber estado flotando y por fin hallado el lugar adecuado. La combinación de las capas alrededor de la semilla es una solución perfecta a las variables térmicas, hidrológicas, y mecánicas al momento de un impacto.



Análisis geométrico



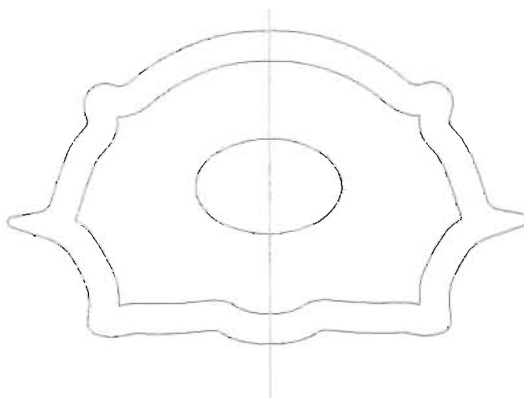
Gota



Forma aerodinámica, con pequeños alerones a los costados



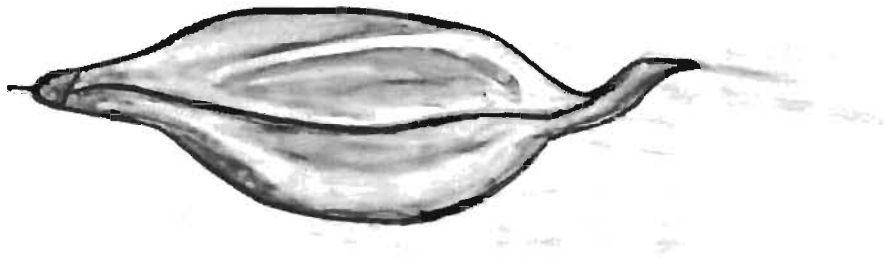
Esfera alargada, plana de abajo, con líneas a lo largo que lo estructuran. Presenta un alerón en toda la periferia, rematando al frente en una punta.



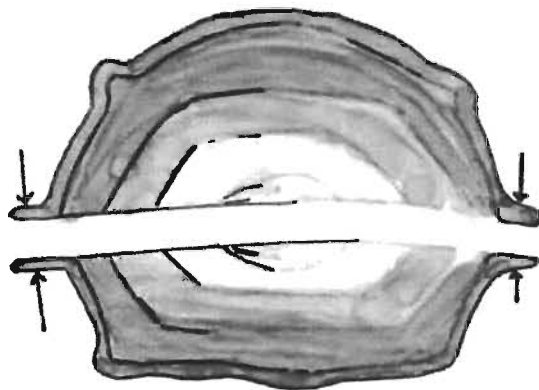
Eje de simetria



Aplicación



Envase, empaque o embalaje que necesite romper la fuerza del viento. Gracias a la gran aerodinámica de estas formas, podría funcionar como remolque aéreo e inclusive submarino.



La geometría combinada con la utilización de capas de distintos materiales brindan protección óptima para piezas delicadas.

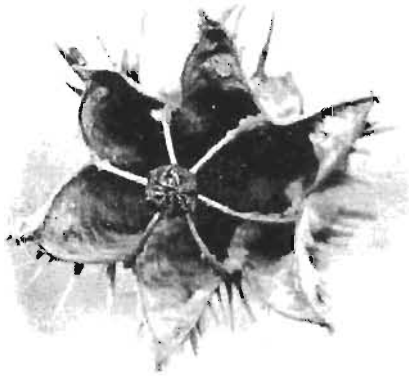
El material más duro debe ser el externo, mientras que el más suave deberá estar en contacto directo con la pieza a proteger.

CHICALOTE



Vista superior

Vista lateral



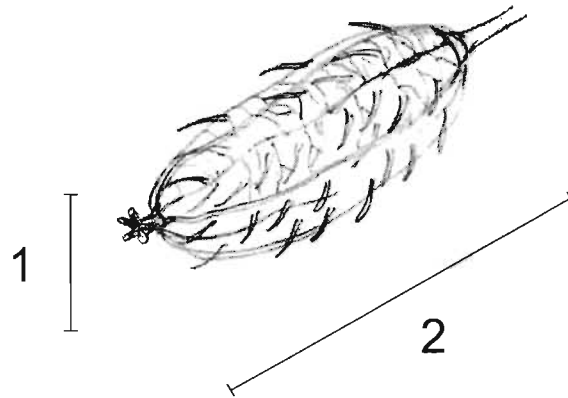
+



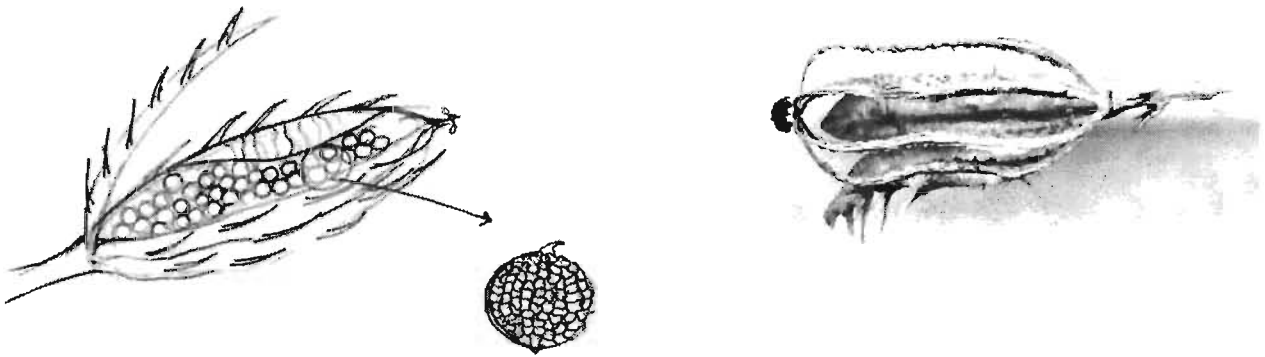
Vista frontal

Perspectiva

Proporciones



Corte longitudinal



Estructuras de interes



Sujeción de las semillas



Armazón que soporta las semilla y estructura la superficie



Superficie espinosa

Descripción Biológica y del medio

Familia: PAPAVERACEAE

Nombre científico: *Argemone platyceras* Link et Otto.

Nombre común: Chicalote

Forma biológica: Herbácea anual

Tipo de fruto: Cápsula poricida

Tipo de dehiscencia: Abre a través de poros

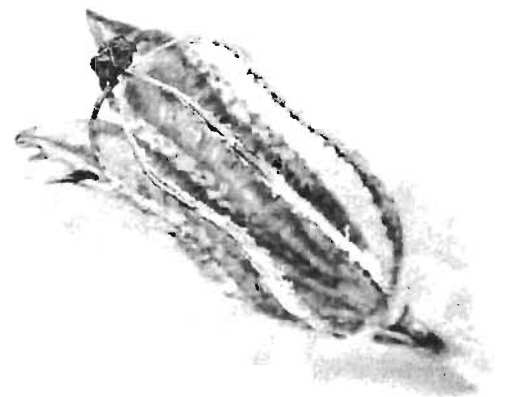
Medio de dispersión: Zoocoria

Clima: Templado subhúmedo

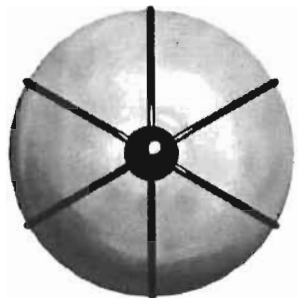


Descripción Funcional

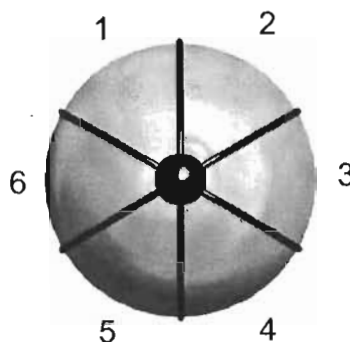
Al madurar empieza a abrirse por la parte superior, a manera de gajos que se separan del centro. Esta superficies continúan ya sea despegándose o rompiéndose para permitir el paso de las semillas. Las espinas en la superficie funcionan tanto protegiendolo contra algunos animales, como permitiendo que se atore en el pelo de otros animales, y así generar un movimiento oscilante que lance las semillas como catapulta fuera y lejos de la planta madre.



Descripción Geométrica



Circunferencia



Dividido en 6 gajos
Gota



Eje de revolución

Cilindro alargado de la parte inferior, adelgazado del centro y achaflanado en su zona superior. Dividido por seis líneas que rematan en su parte superior con una semiesfera

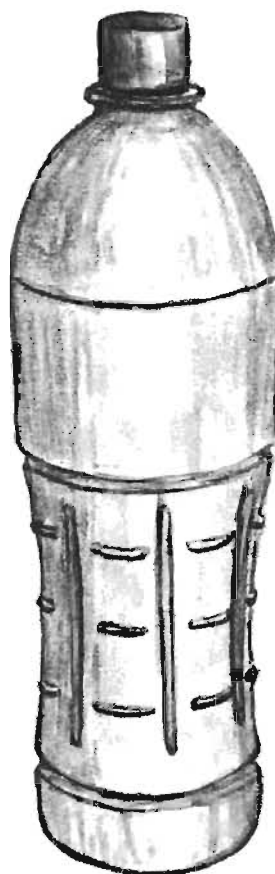
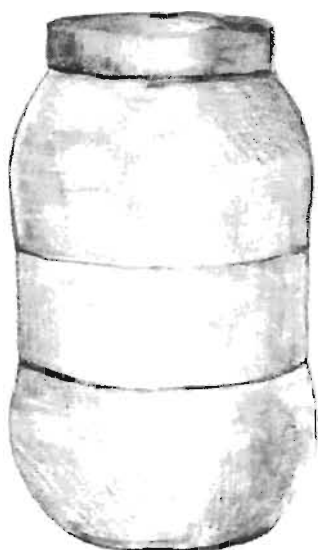


Posibles aplicaciones

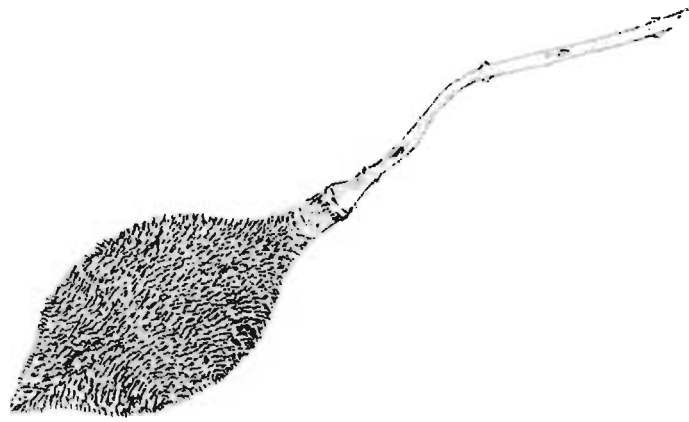


Tarro, Botella

Envases generados a partir de la geometría del fruto y copiando lo que sugerían sus formas



COLA DE MICO



Vista superior



Vista lateral



+

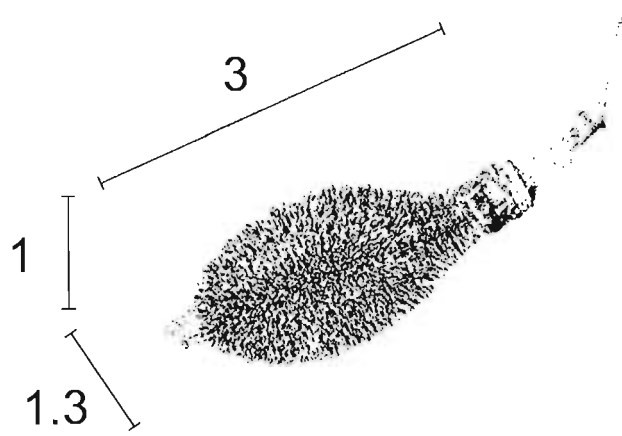


Vista frontal



Perspectiva

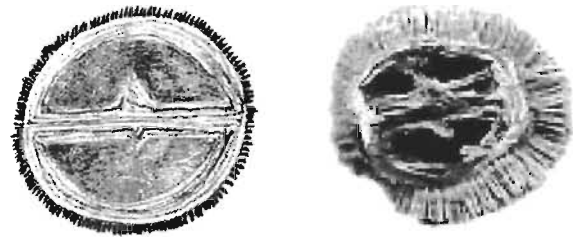
Proporciones



Corte longitudinal

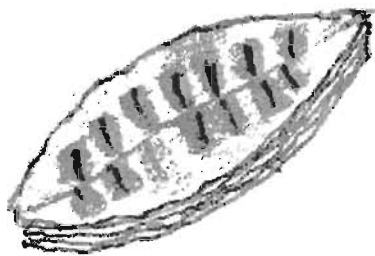


Corte transversal



Dos cavidades que contienen las semillas

Estructuras de interés



Disposición de las semillas



Cubierta erizada

Descripción Biológica y del medio

Familia: BIGNONIACEA

Nombre científico: *Phithecoctenium crucigera*

Nombre común: Cola de mico

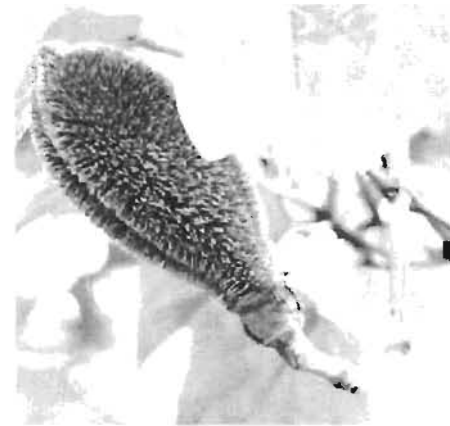
Forma biológica: Liana

Tipo de fruto: Cápsula

Tipo de dehiscencia: Acrocida, abre por fisuras específicas

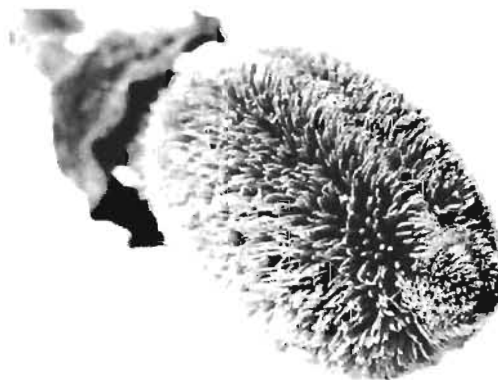
Medio de dispersión: Anemocoria

Clima: Cálido, húmedo y sub húmedo



Descripción Funcional

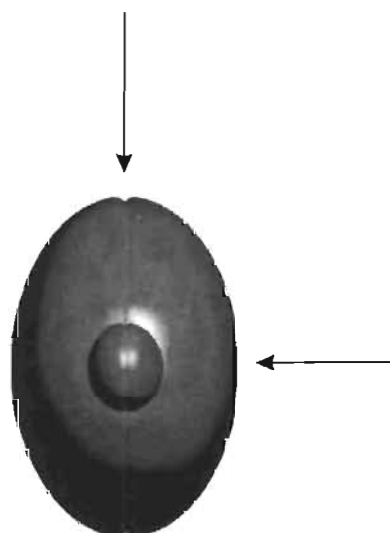
Al perder humedad el fruto empieza a endurecerse. Conforme se deshidrata empieza a abrir por la línea que corre a lo largo de este; poco a poco empiezan a salir las semillas, estructuras aladas diseminadas por el viento. La textura que presenta este fruto funciona como una capa hidrofóbica pues repele las gotas de agua y así mantiene secas a las semillas, indispensable para que estas puedan ser empujadas por la fuerza del viento.



Descripción Geométrica



Gota

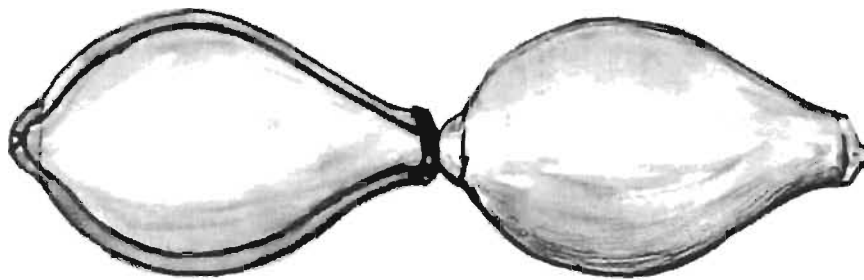


Ovalo mas largo que ancho, ligeramente aplanado con forma de gota. Con un añadido semiesférico en la parte inferior.

Ejes de simetria

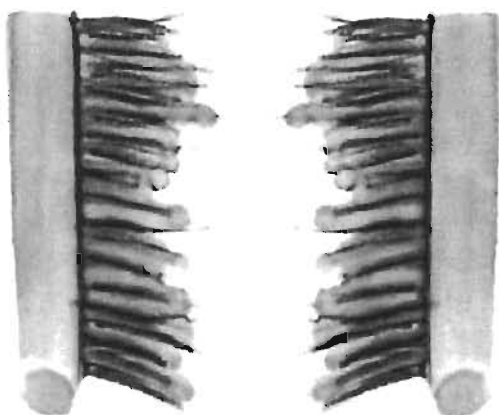
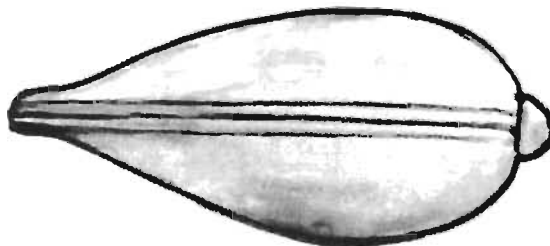


Posibles aplicaciones



Envase inflable que protege al producto gracias a la fuerza ejercida por la presión del aire. Con válvula para inflar y desinflar por un lado, y mecanismo de apertura y cierre en la periferia para acceder al interior.

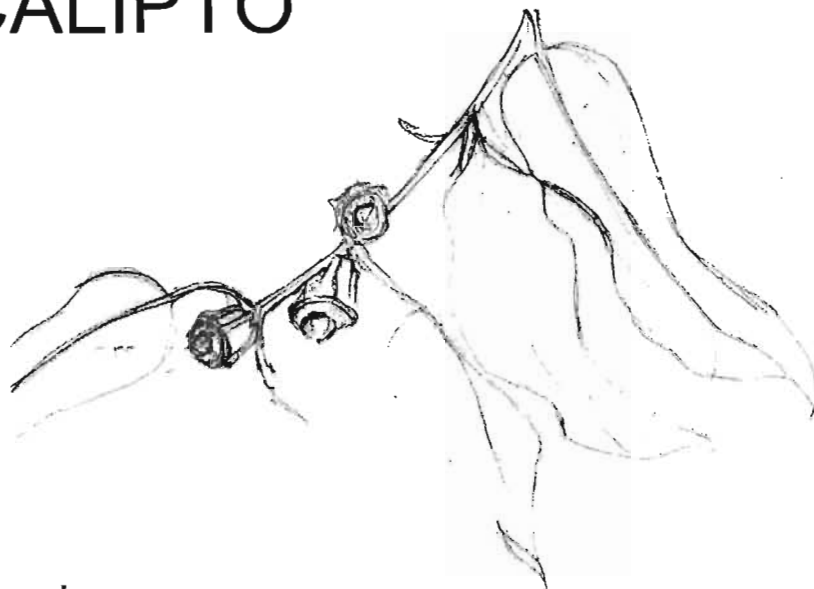
Envase individual para condimentos (tipo catsup) en comida rapida.



La superficie erizada funciona como amortiguador de impactos y vibraciones.

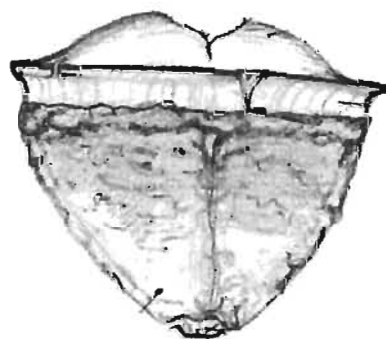
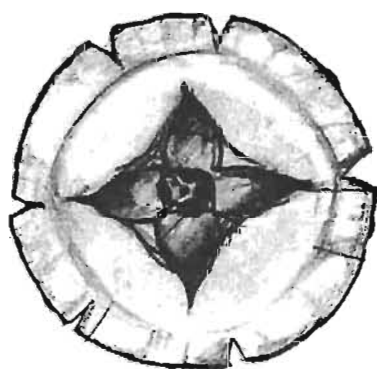
Al contraponer dos superficies iguales, se encajarian entre si quedando sujetadas.

EUCALIPTO



Vista superior

Vista lateral



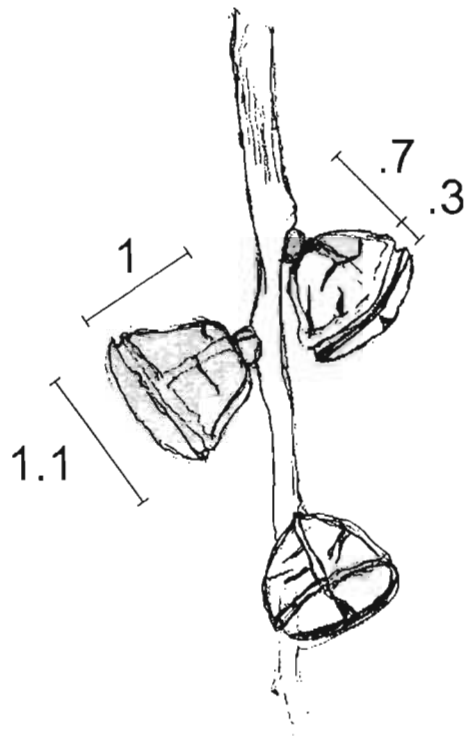
+



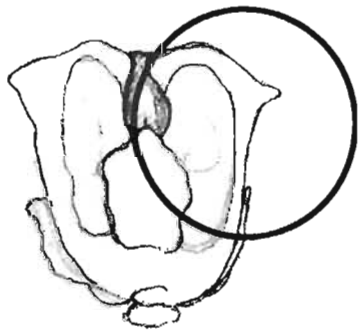
Vista frontal

Perspectiva

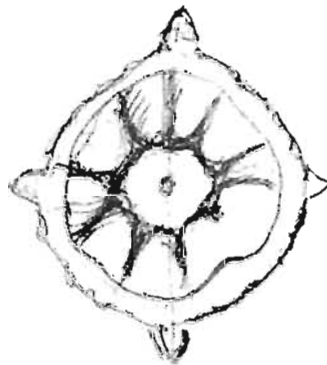
Proporciones



Corte longitudinal

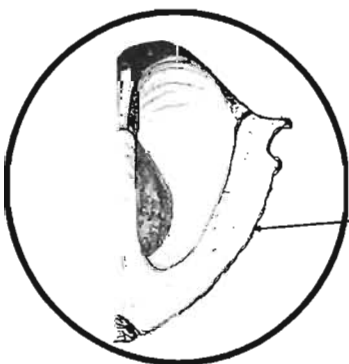


Corte transversal

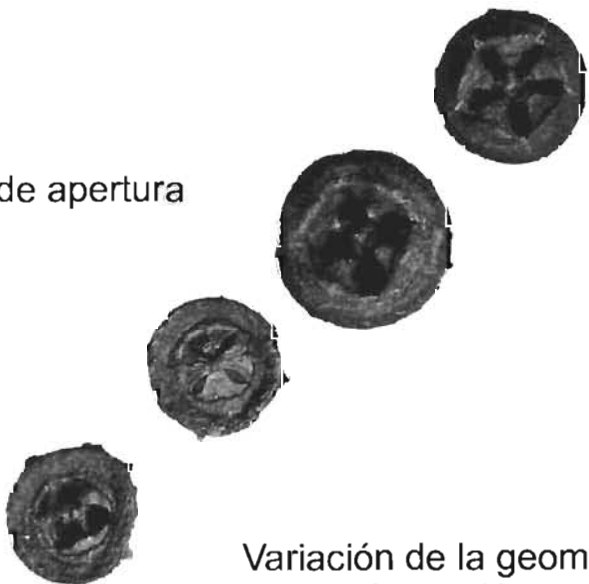


Estructuras de interés

Mecanismo de apertura



estructura en capas



Variación de la geometría por malformación

Descripción biológica y del medio

Familia: MYRTACEAE

Nombre científico: *Eucalyptus globulus* Labill.

Nombre común: Eucalipto o Alcanfor

Forma biológica: Árbol perenne

Tipo de fruto: Cápsula circuncisa ó pixidio

Tipo de dehiscencia: Cápsula con una línea de dehiscencia horizontal que circunda al fruto.

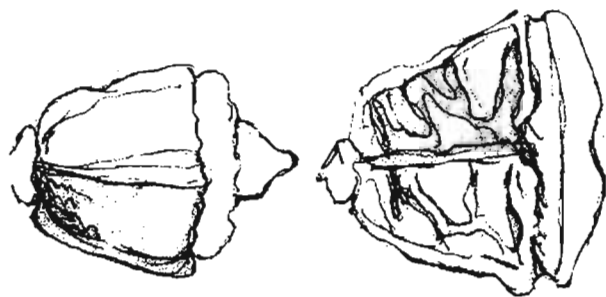
Medio de dispersión: Anemocoria

Clima: Calido o templado / húmedo, sub húmedo o seco



Descripción Funcional

La parte superior se encuentra dividida en ,
4 secciones, mismas que dividen
internamente las cavidades donde se
encuentran almacenadas las semillas.
Al perder humedad se van separando del
centro y a manera de válvula permiten la
salida de las sernillas, cuya cantidad es muy
elevada.



Descripción Geométrica



Circunferencia

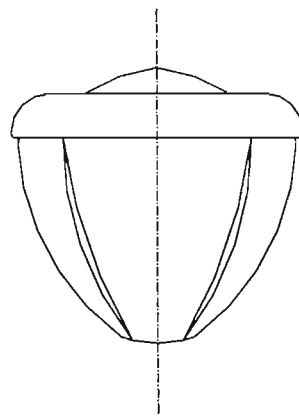
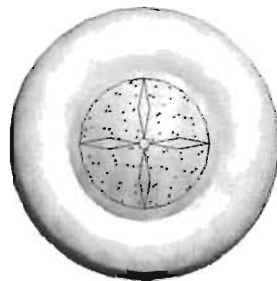
Cono



Cono albeado con la arista redondeada y una sección esférica que se eleva desde la base cóncava



Transformación

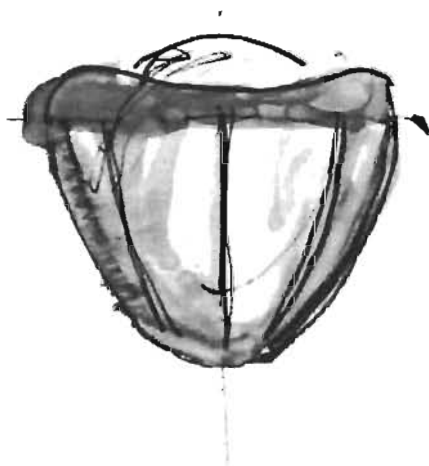


Eje de revolución



Aplicación

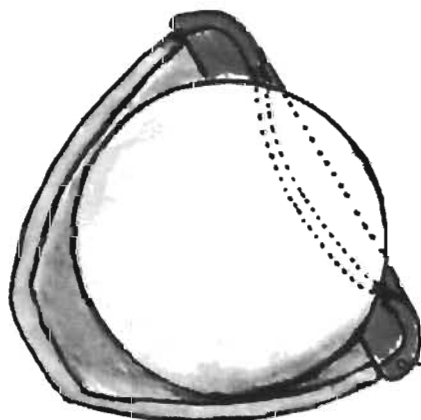
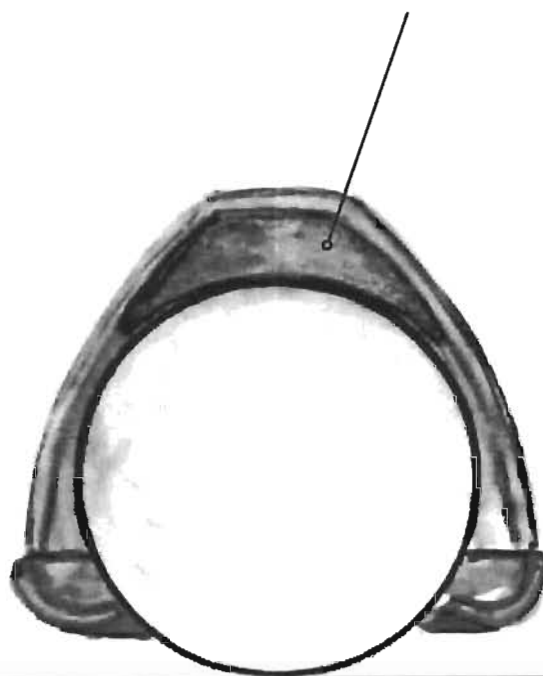
Roller Ball



La intención es tomar el objeto con la palma de la mano y aplicar alguna sustancia haciendo girar la esfera contra una superficie.

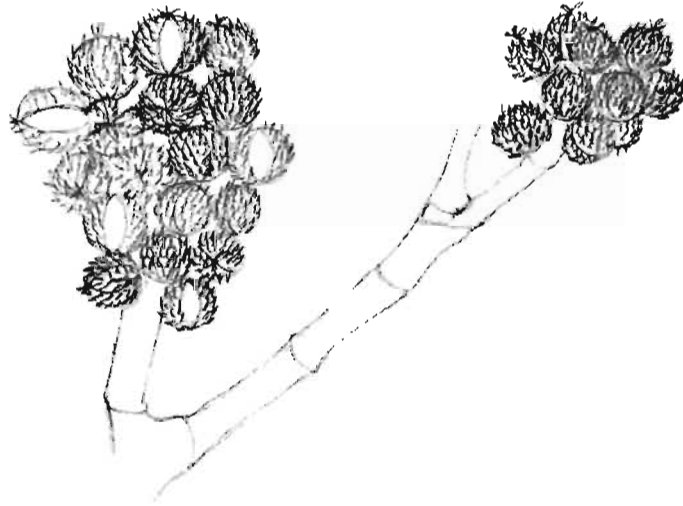
Puede funcionar como el roll-on encontrado en desodorantes o la punta de una pluma al depositar la tinta en el papel.

Substancia a aplicar



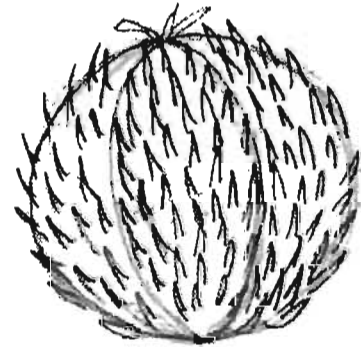
Tapa móvil para carga, descarga y limpieza

Higuerilla

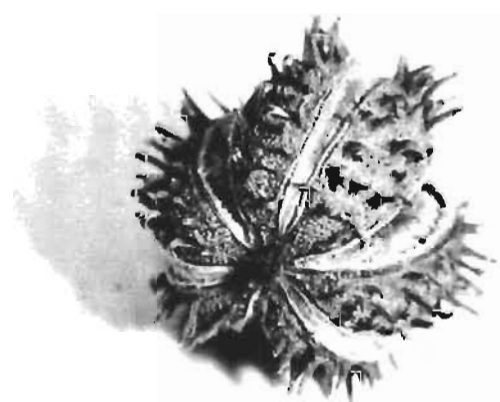


Vista superior

Vista lateral



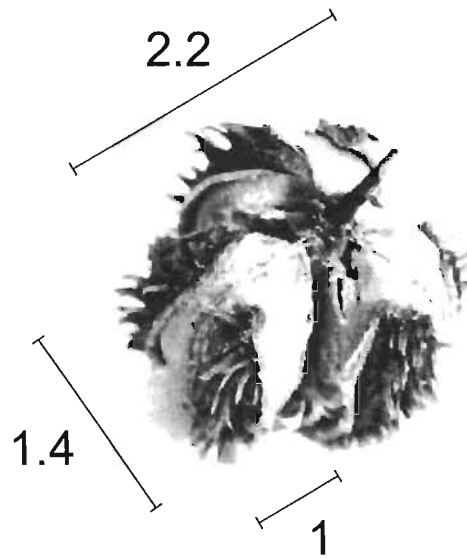
+



Vista frontal

Perspectiva

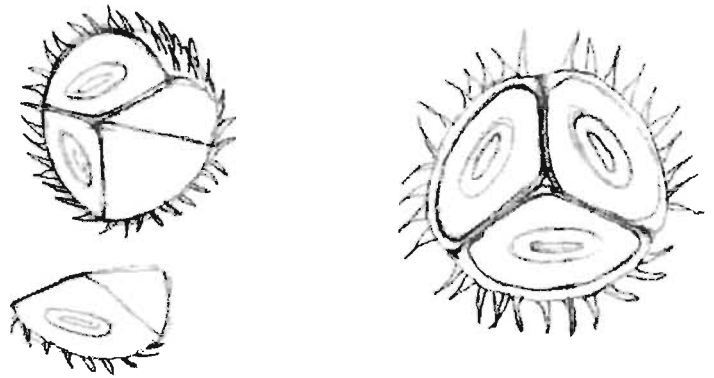
Proporciones



Corte longitudinal



Corte transversal



Estructuras de interes

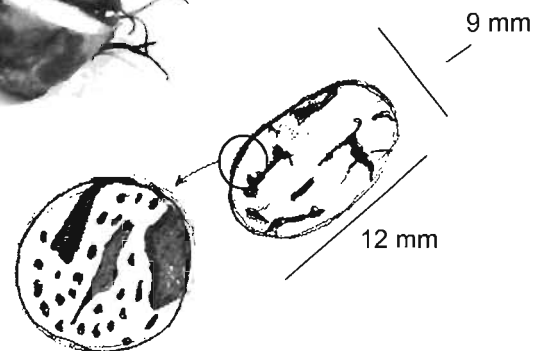


Cubierta individual de las semillas



Corte

Semilla



Descripción Biológica y del medio

Familia: EUPHORBIACEAE

Nombre científico: *Ricinus communis* L.

Nombre común: Higuera

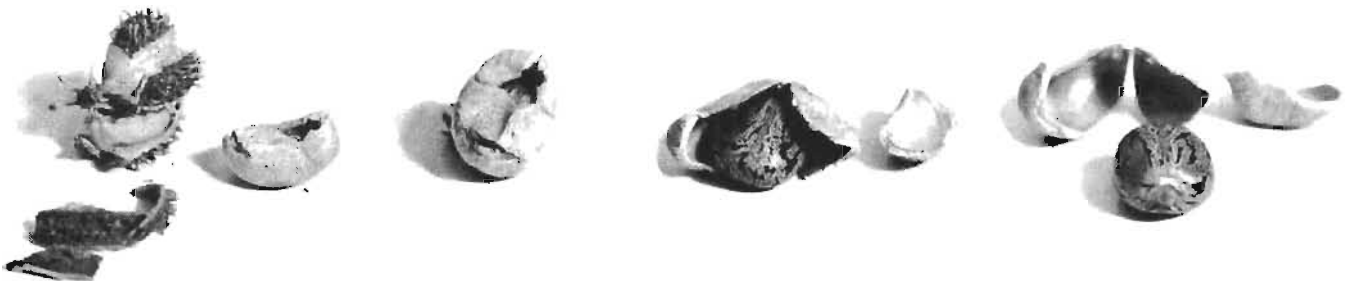
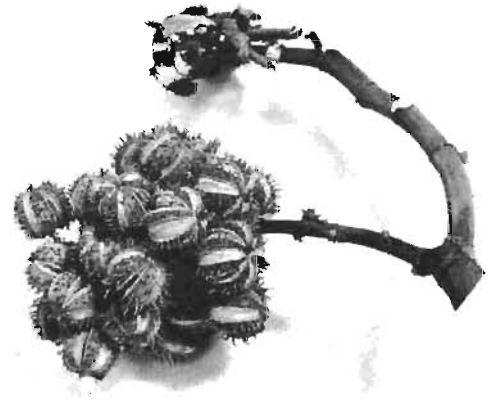
Forma biológica: Arbusto perenne

Tipo de fruto: Capsula septicida

Tipo de dehiscencia: Abre longitudinalmente a través de septos.

Medio de dispersión: Zoocoria

Clima: Todos

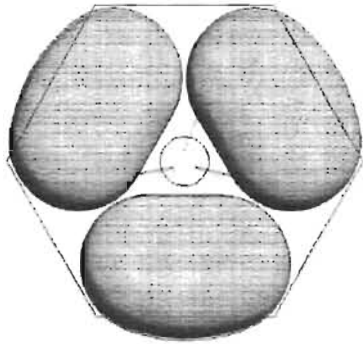


Descripción funcional

Cuando el fruto alcanza la madurez empieza a perder agua, esto genera tensión entre los tejidos por el principio de contracción. Esto da como resultado la separación de la primer capa (verde con puntas) que protege a la semilla, dejando una estructura más sencilla. La tensión es acumulada hasta el punto de ruptura donde los tres sacos que contienen a las semillas, se separan abruptamente. Ahora cada semilla encuentra la manera de salir o incluso germinar dentro de su envolvente.

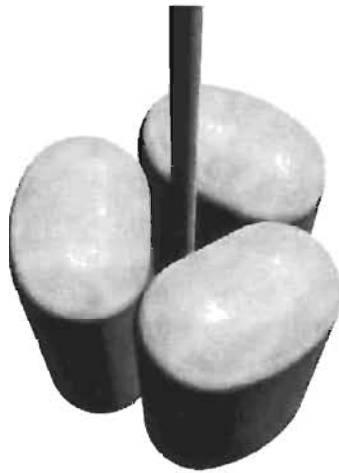
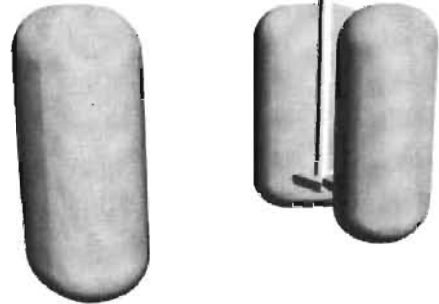


Descripción Geométrica

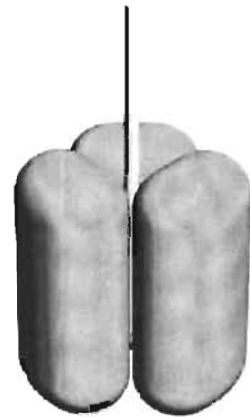


Hexagono

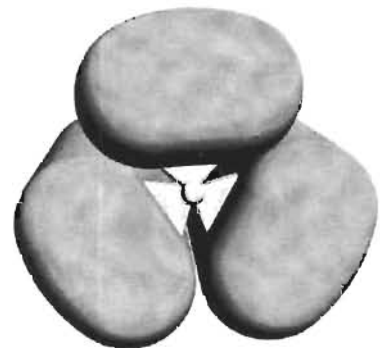
Transformación



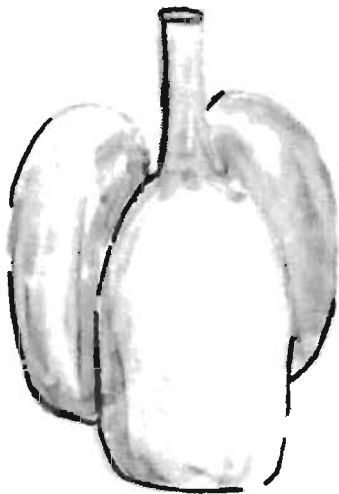
Tres cilindros aplanados, acomodados y unidos alrededor de un eje central.



Simetría radial

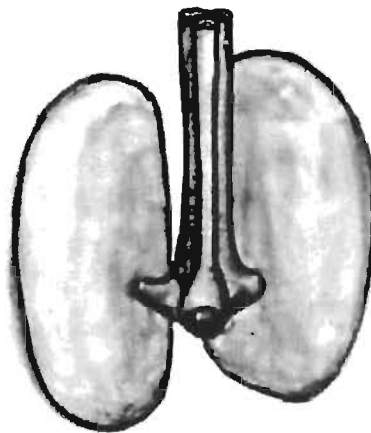


Posibles aplicaciones



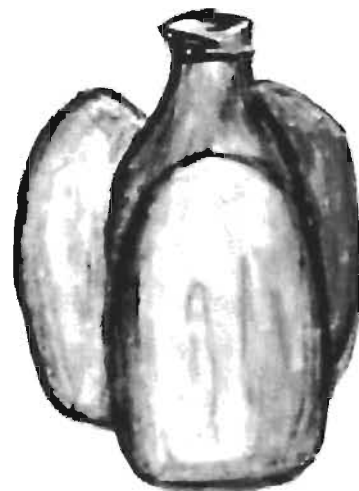
Botella con tres cuerpos independientes intercambiables y unidos mediante una pieza central

Botellas

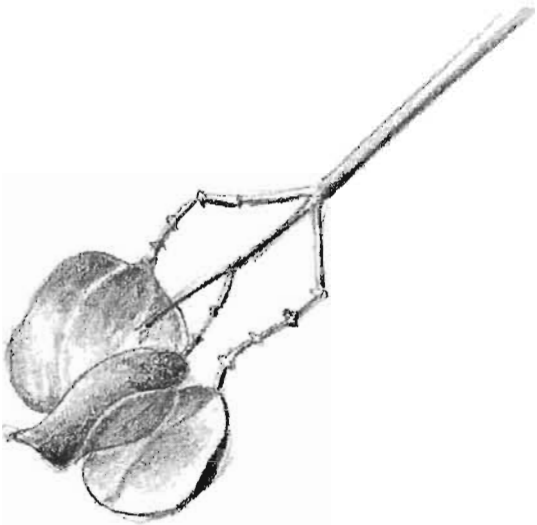


Tres elementos distintos en un mismo envase, al momento de servir se combinan y se logra un resultado.

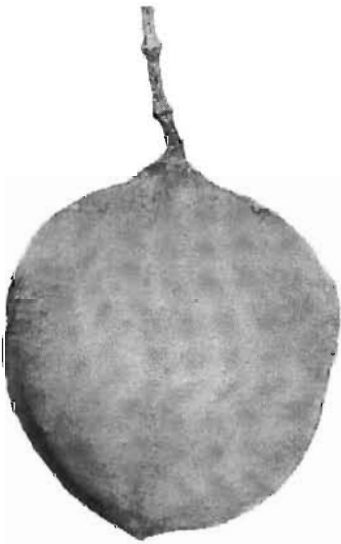
Desde una bebida, hasta sustancias que generen reacciones químicas al combinarse.



Jacaranda



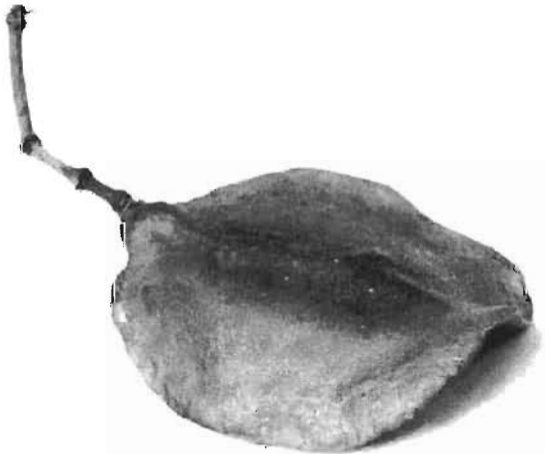
Vista superior



Vista lateral



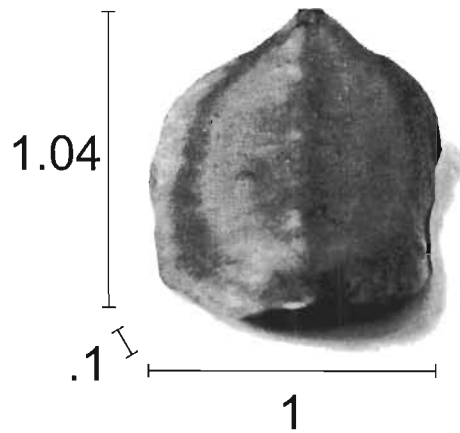
+



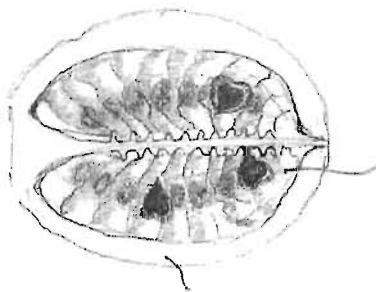
Vista frontal

Perspectiva

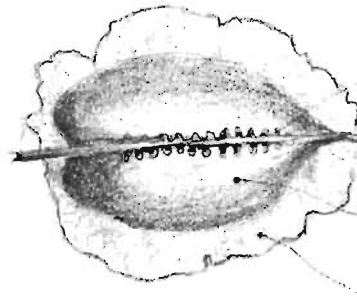
Proporciones



Corte longitudinal



Disposición de las semillas



Forma de unión de las semillas con la capa interna del fruto

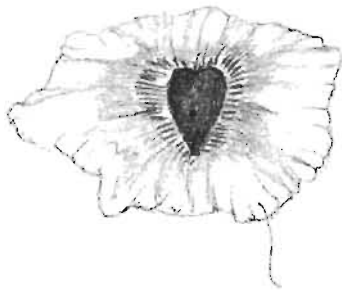
Área que abarcan las semillas

Capa fibrosa

Contorno que hace contacto con la contraparte



Estructuras de interés



Semilla

Membrana delgada traslúcida



Ondulación variable

Descripción biológica y del medio

Familia: BIGNONIACEAE

Nombre científico: *Jacaranda mimosifolia* D. Don.

Nombre común: Jacaranda

Forma biológica: Árbol caducifolio

Tipo de fruto: Cápsula loculicida

Tipo de dehiscencia: Se abre longitudinalmente en la cavidad de un lóculo.

Medio de dispersión: Anemocoria

Clima: Cálido y templado



Descripción Funcional

Al secarse el fruto la partes se van separando para exponer la estructura que contiene a las semillas y así dejarlas salir para ser arrastradas por el viento hasta encontrar un lugar apto para germinar.

Dos cuerpos alargados uno sobre el otro presentando curvaturas que ayudan a la unión, como un sello, y a la apertura al friccionarse entre ellos por pérdida de humedad y abrirse.



Descripción Geométrica

Transformación



Laminas



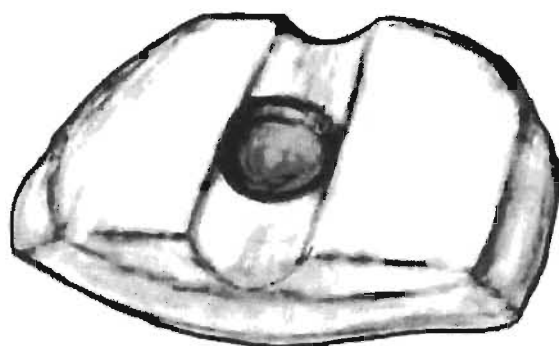
Dos cuerpos aplanados y alargados, uno sobre de otro, con los extremos laterales doblados hacia abajo



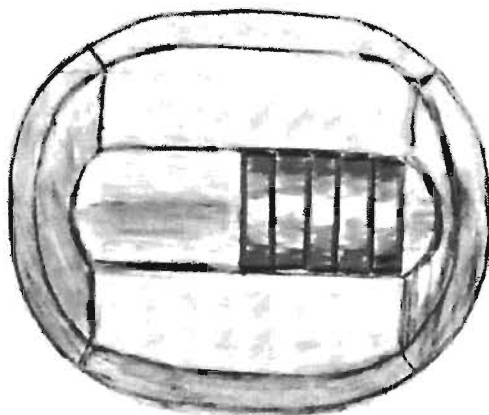
Eje de simetria



Aplicación



Envase termo formado de dos piezas que cierran por presión. Este mismo principio puede funcionar para una amplia gama de productos, desde componentes electrónicos hasta pastillas en general.

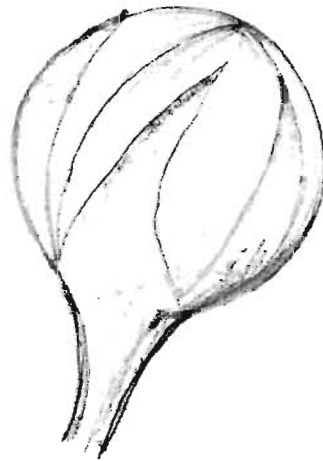
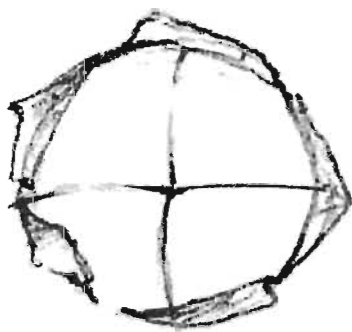


Ojos de Tecolote

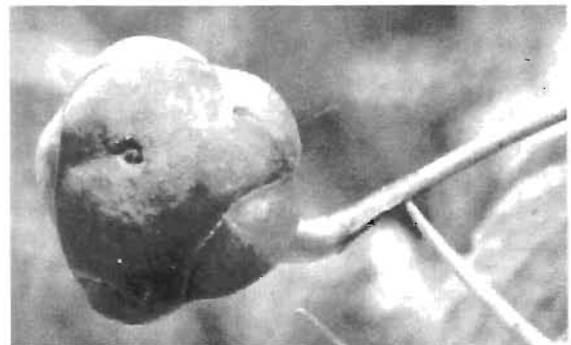
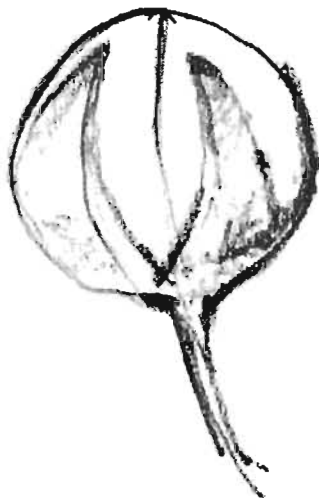


Vista superior

Vista lateral



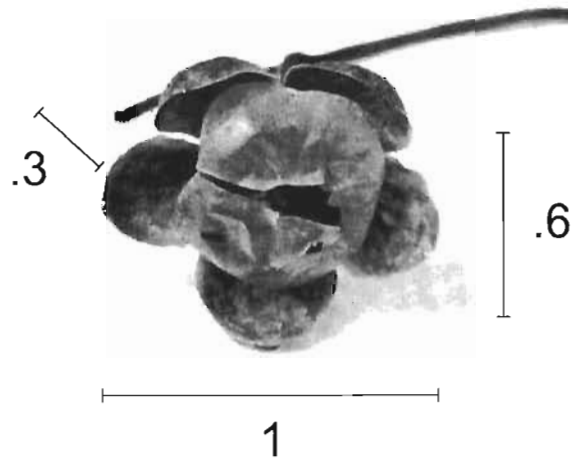
+



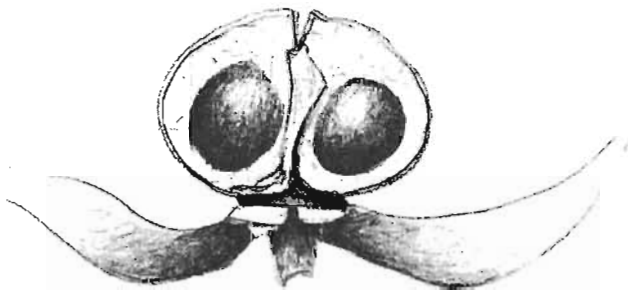
Vista frontal

Perspectiva

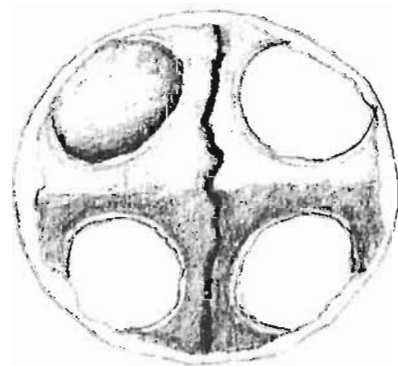
Proporciones



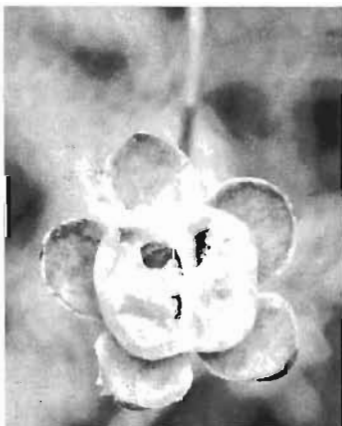
Corte longitudinal



Corte transversal



Estructuras de interés



Mecanismo de apertura

Bolsa que sostiene las semillas

Pétalos que rodean la estructura central



Exposición de las semillas

Descripción Biológica y del medio

Familia: CONVOLVULACEAE

Nombre científico: *Merremia dissecta* (Jacq.) Hallier

Nombre común: Ojos de tecolote

Forma biológica: Herbácea trepadora

Tipo de fruto: Cápsula

Tipo de dehiscencia: Rotura de carpelos

Medio de dispersión: Zoocoria

Clima: Cálido y templado

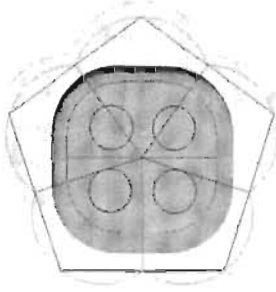


Descripción Funcional

Poco después de la maduración el fruto se abre por la parte externa formada por los cinco pétalos, dejando expuesta una bolsa cuadrangular con 4 semillas. Una vez expuesta esta frágil envoltura, es cuestión de tiempo para que se rompa y liberen las semillas.

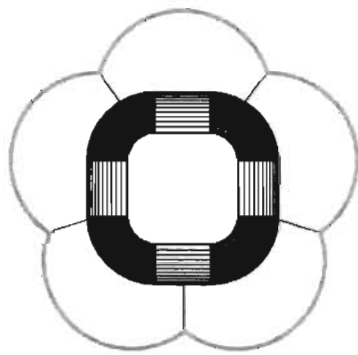
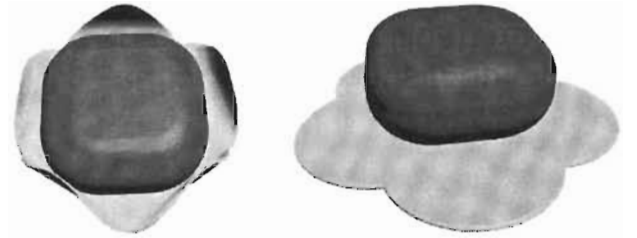


Descripción Geométrica

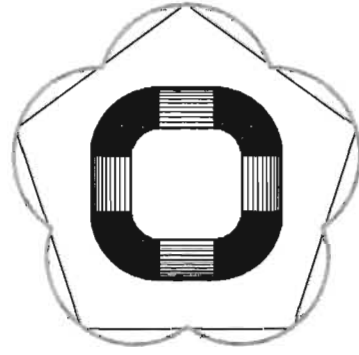


Cuadrado + pentágono

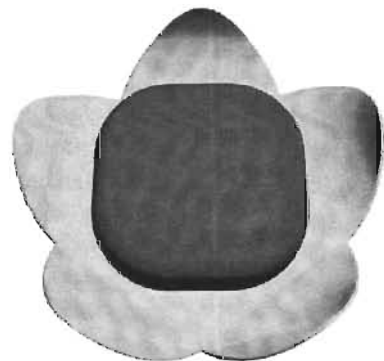
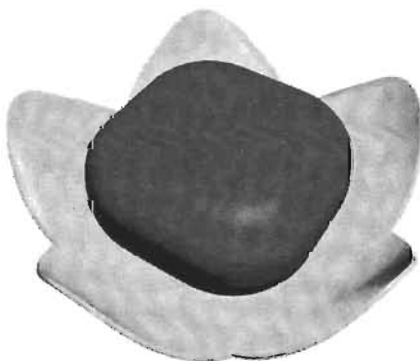
Transformación



Prisma rectangular envuelto por los pétalos de un pentágono



Eje de simetría

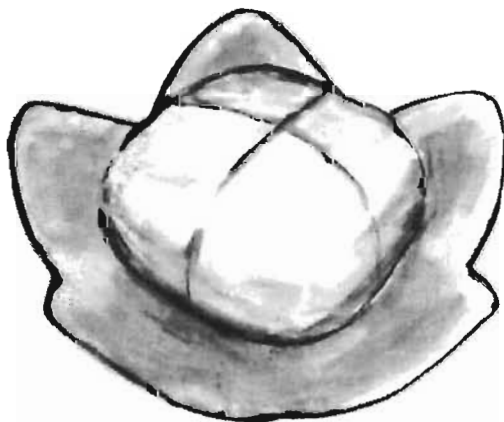
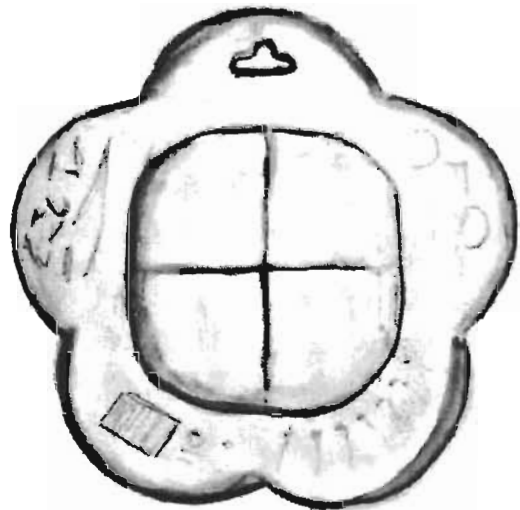


Posibles aplicaciones



Envase rígido con membrana flexible cortada en cuatro partes para acceder al interior.

Blister, skin o bubble pack con base de cartón y gráficos impresos.



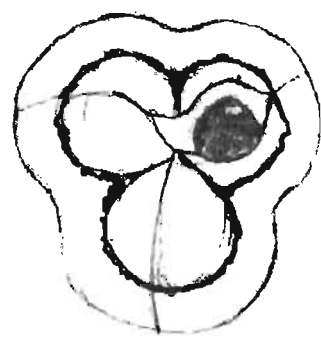
Charola rígida termo formada que sujeta una bolsa en el centro, funciona como elemento de fijación dentro de la caja y brinda un ambiente suave para el producto dentro de la bolsa.

Rodilla de Cristo



Vista superior

Vista lateral



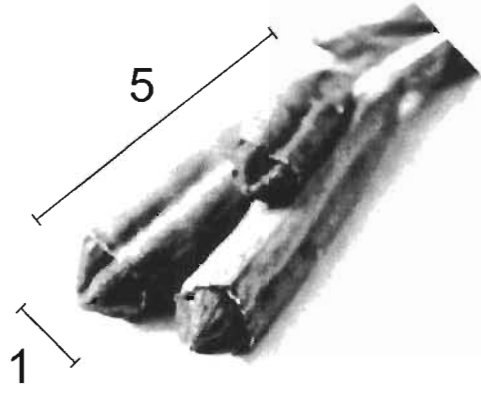
+



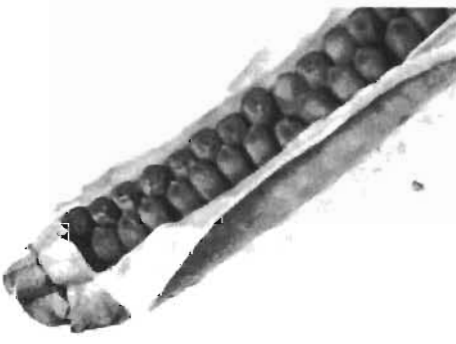
Vista frontal

Perspectiva

Proporciones



Corte longitudinal



Corte transversal



Tres cavidades

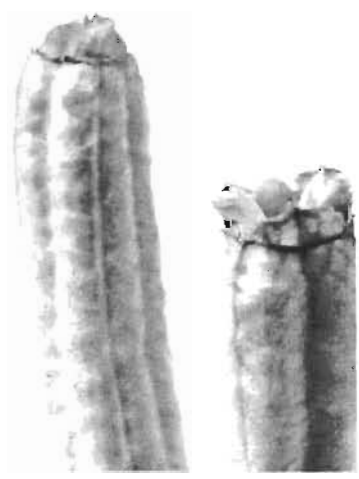
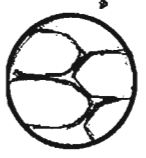
Estructuras de interés



Semilla



Doble hilera de semillas alternadas



Mecanismo de apertura

Descripción Biológica y del medio

Familia: Iridácea

Nombre científico: *Tigridia Pavonida*

Nombre común: Flor del caballero ó rodilla de cristo

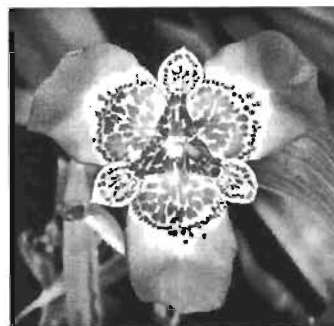
Forma biológica: Herbacea

Tipo de fruto: Capsula

Tipo de dehiscencia: 3 líneas de sutura

Medio de dispersión: Anemocoria

Clima: Templado sub húmedo



Descripción Funcional

Empieza abrirse por la parte superior a partir de las tres líneas de dehiscencia que tiene, conforme se va secando continua lentamente la apertura a lo largo del cuerpo. Una vez abierta la zona superior las semillas permanecen almacenadas esperando que el viento, o el paso ocasional de algún animal hagan que se agite todo el cuerpo y así expulsar las semillas a manera de catapulta.



Descripción Geométrica



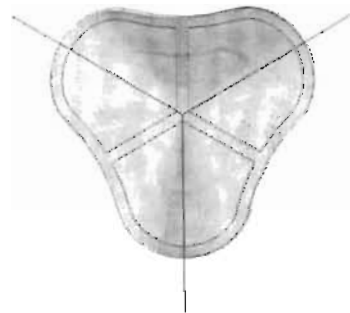
Triángulo



Se va ensanchando en la parte superior



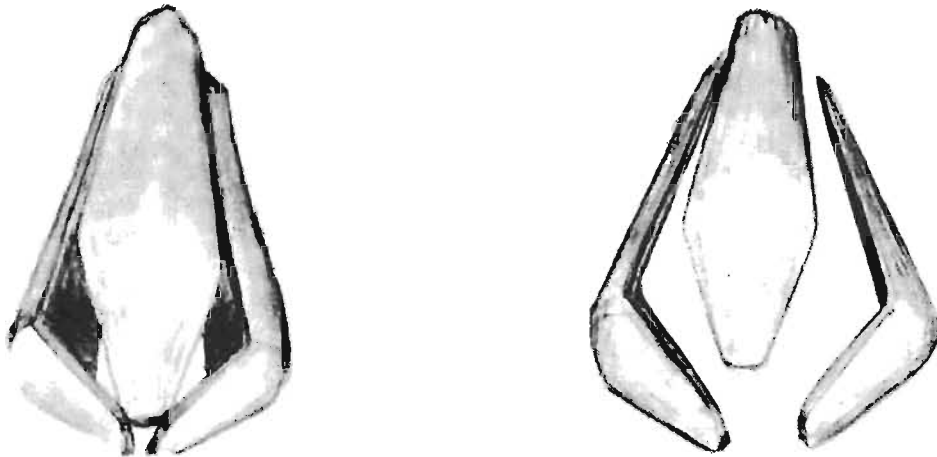
Sección semi-triangular extruida, rematando en punta con una pirámide



Ejes de simetría

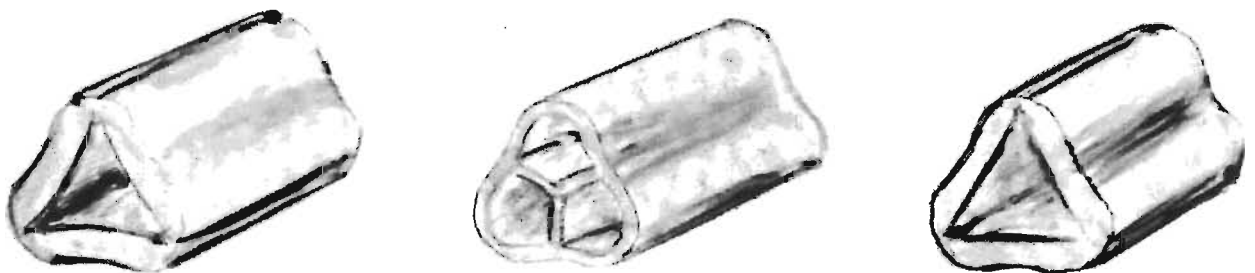


Aplicación

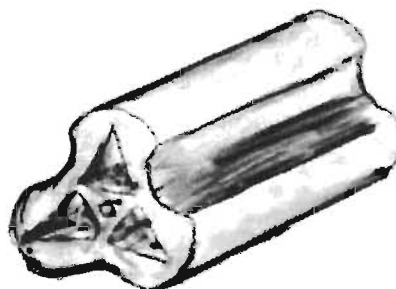


Pinzas para depositar componentes pequeños

Las piezas estarán acumuladas en el lugar de las semillas e irán saliendo una por una, funcionara con un mecanismo similar al de un portaminas que abre las pinzas al ejercer fuerza por el lado opuesto.



Perfiles extruidos que pueden fucionar como elementos de soporte o contenedores de productos delicados.

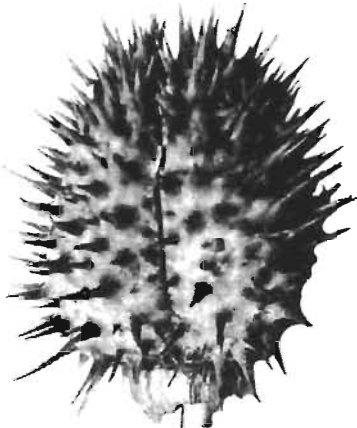


Toloache

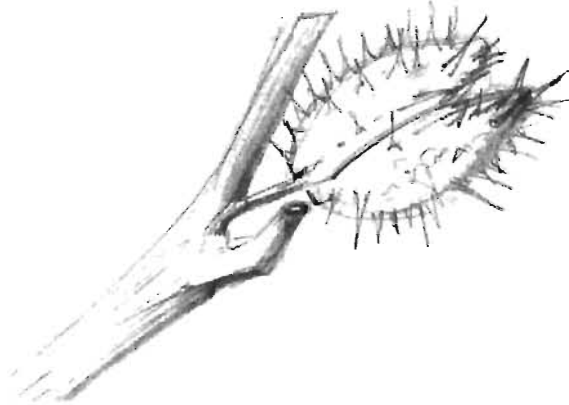
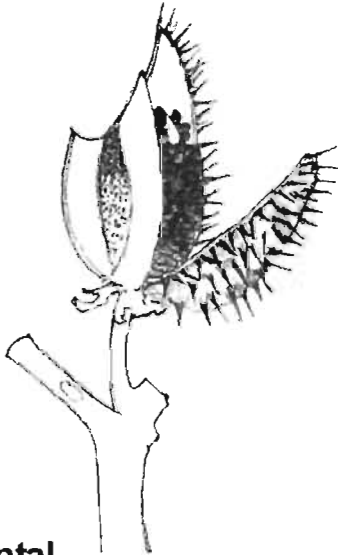


Vista superior

Vista lateral



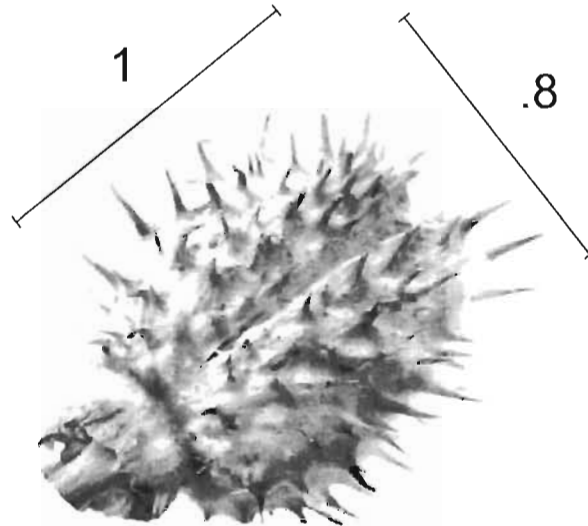
+



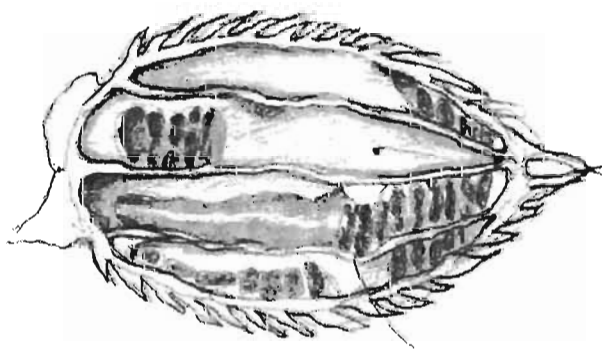
Vista frontal

Perspectiva

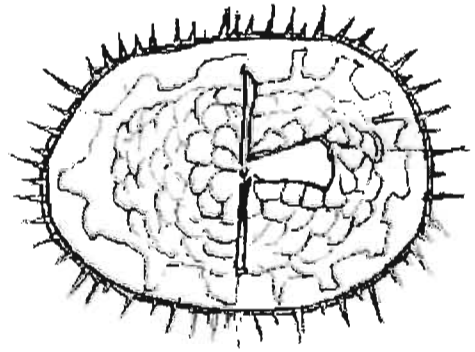
Proporciones



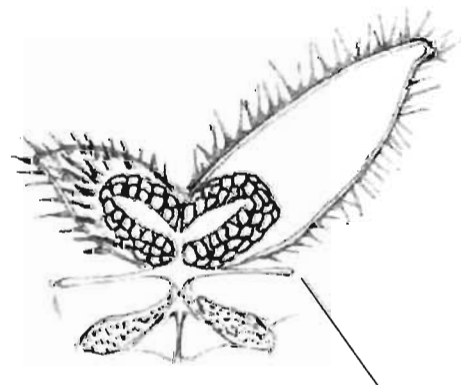
Corte longitudinal



Corte transversal



Estructuras de interés



Elemento que separa y sostiene a las semillas

Semillas unidas a la estructura central



Disposición ortogonal de los espacios para semillas



Descripción Biológica y del medio

Familia: SOLANACEAE

Nombre científico: *Datura stramonium* L.

Nombre común: Toloache, quiebraplatos

Forma biológica: Herbácea anual

Tipo de fruto: Cápsula poricida

Tipo de dehiscencia: Abre a través de poros

Medio de dispersión: Zoocoria

Clima: Templado sub húmedo

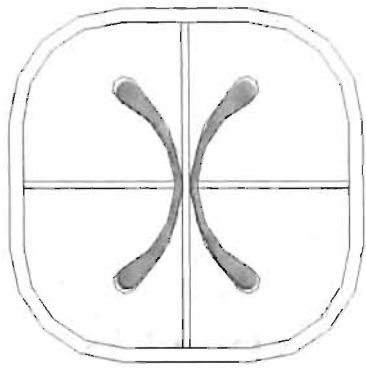


Descripción Funcional

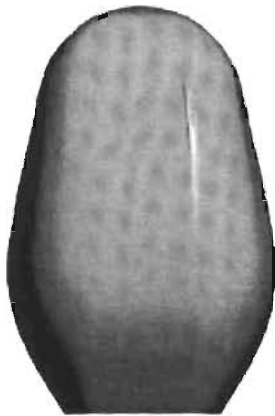
Conforme el fruto madura y empieza a secarse, se abre por las 4 líneas de dehiscencia, dejando expuesta la estructura interna que sostiene aglomeradas a las semillas. Ahora las semillas esperan el movimiento del viento o el paso de algún animal, para escapar del racimo. El patrón puntiagudo de la superficie sirve de defensa hacia algunos animales, y también ayuda a sujetarse del pelambre de otros.



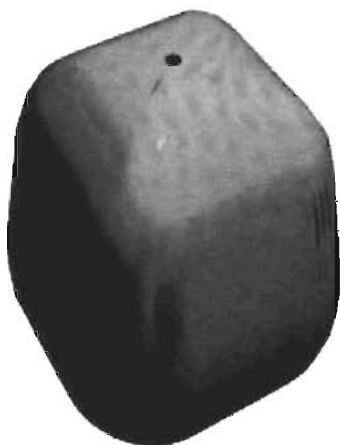
Descripción Geométrica



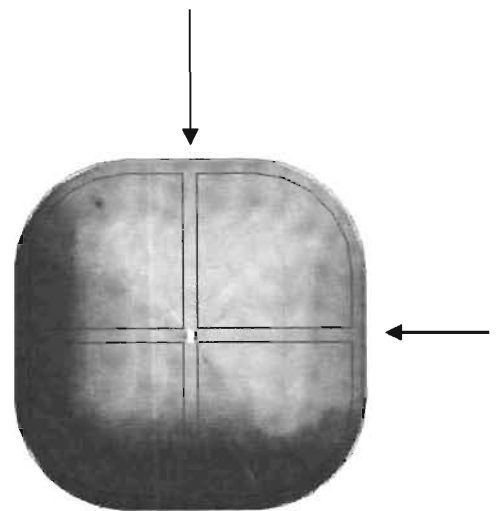
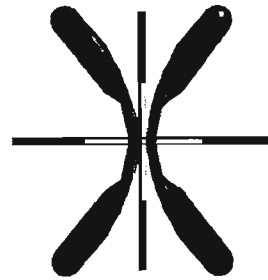
Cuadrado



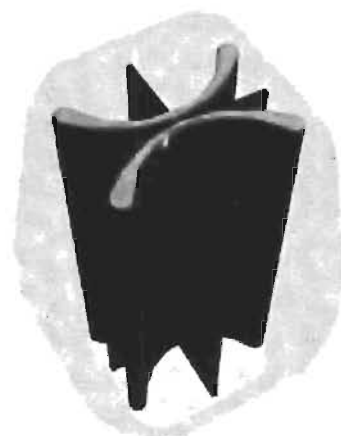
Prisma rectangular ensanchado de la parte media, adelgazado y redondeado en uno de sus extremos



Estructura interna



Ejes de simetría

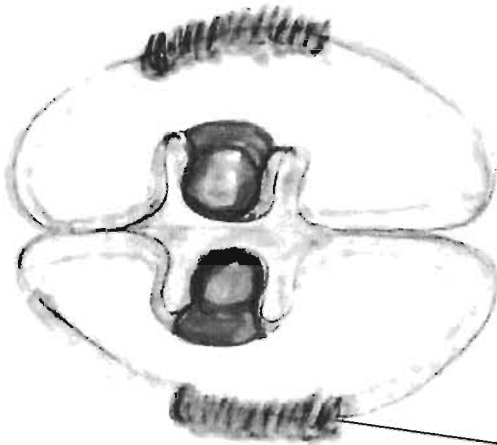


Aplicación



El patron en la superficie funciona como aislante al sonido y la vibración.

Las zonas rojas serian espacios estables y aislados del entorno.



Elemento de soporte

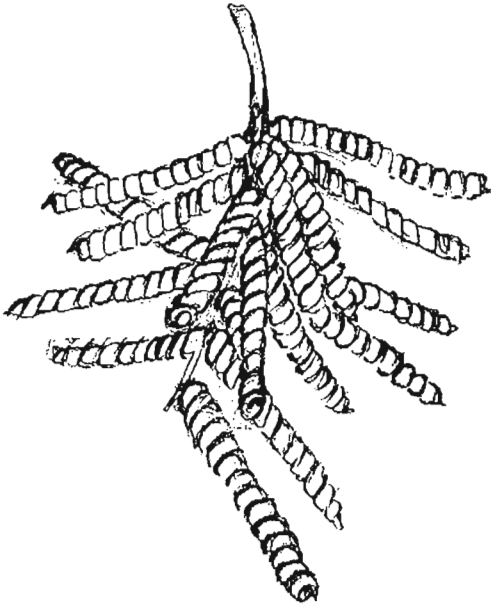
Estructura para absorber impactos y proteger piezas delicadas como cristalería, cerámica o electronica (en rojo).

Flejes que absorben impactos y vibraciones



Cuerpo dividido en ocho compartimentos independientes para guardar distintas cosas, pastillas, comida etc; de un mayor tamaño y con tirantes podría ser un back-pack.

Tornillo

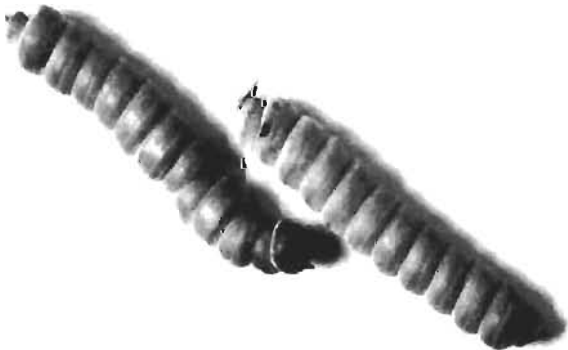


Vista superior

Vista lateral



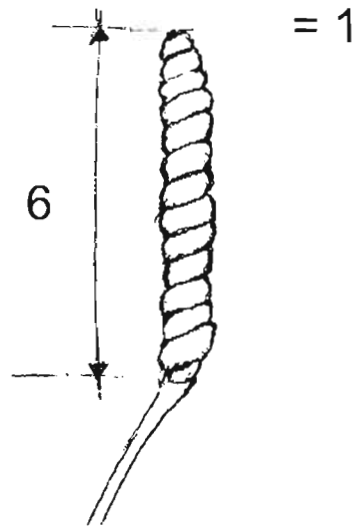
+



Vista frontal

Perspectiva

Proporciones



Corte longitudinal



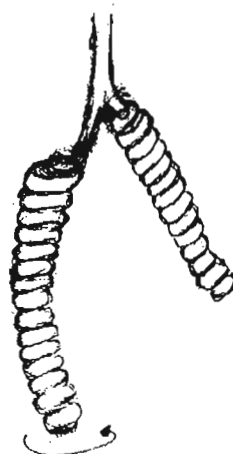
Corte transversal



Estructuras de interes



Permite una ligera rotación y muelleo sobre su eje



Tiene flexibilidad longitudinal y transversal



Descripción Biológica y del medio

Familia: Fabaceae

Nombre científico: *Prosopis pubescens* Benth

Nombre común: Tornillo

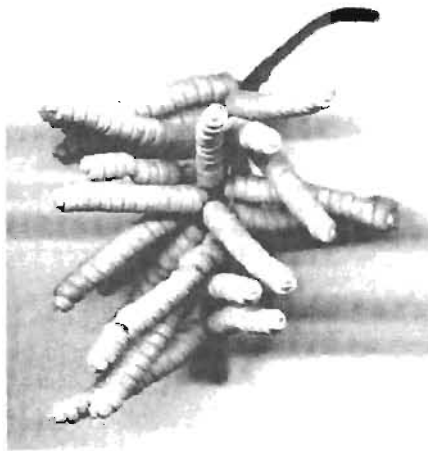
Forma biológica: Arborea

Tipo de fruto: Lomento

Tipo de dehiscencia: dehiscente, suturas transversales

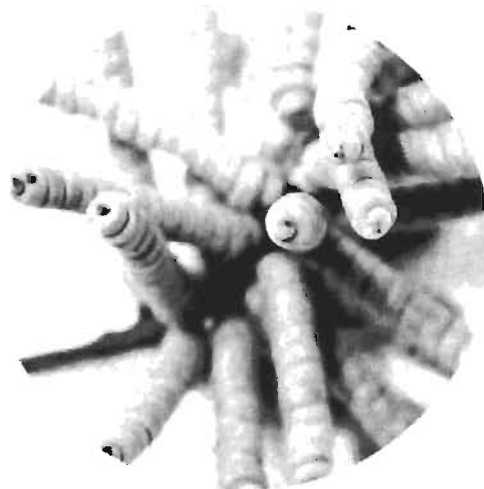
Medio de dispersión: Mecánica

Clima: Calido semi seco



Descripción Funcional

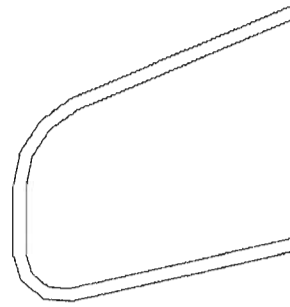
Dentro de la helicoide se encuentran contenidas las semillas en esta misma organización. Conforme se va perdiendo humedad segmentos de la helicoide se rompen en partes cada vez más pequeñas hasta que únicamente alojan una semilla. Más tarde este envoltente se desintegra para dejar salir la semilla y permitir la germinación.



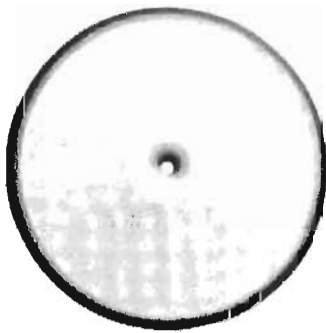
Descripción Geométrica



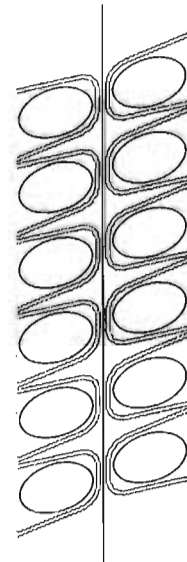
Helicoide



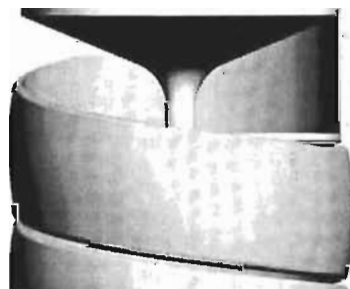
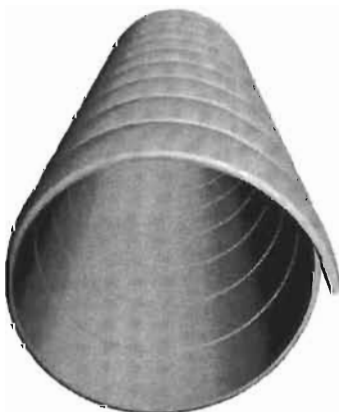
Sección de revolución
1 vuelta c/4mm



Se trata de una espiral en donde las semillas se encuentran acomodadas helicoidalmente



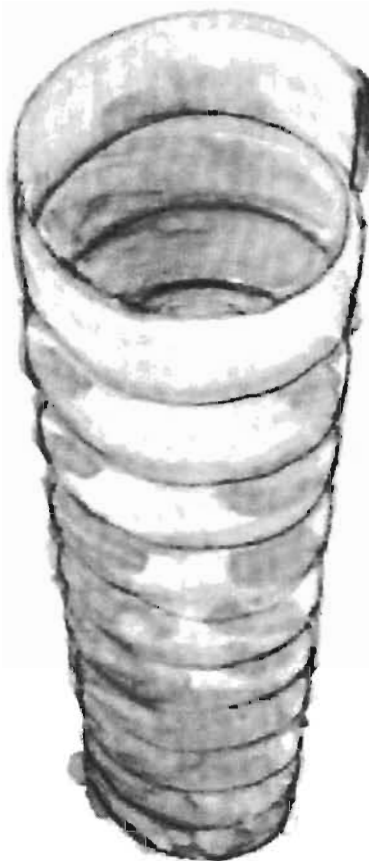
Eje de simetria



Posibles aplicaciones

Envoltura helicoidal

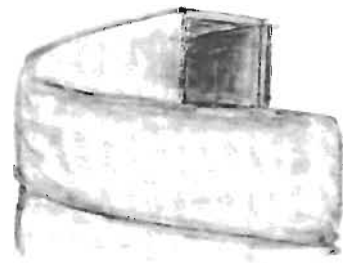
Material flexible para abrazar cables ó funcionar de unión entre dos piezas cilíndricas.



Elemento de soporte y protección

Despachador helicoidal

Al girar una perilla saldrán por la abertura superior desde pastillas hasta pomadas y cremas.

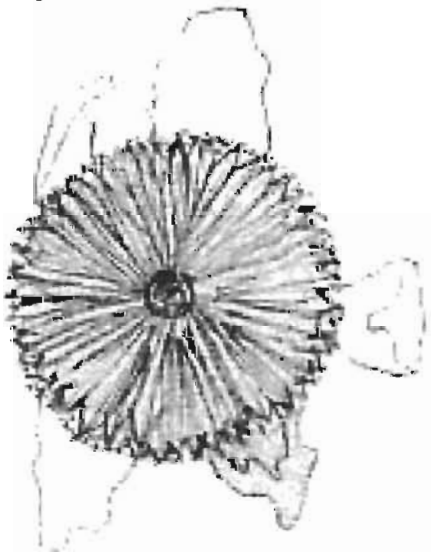


Vara de San Pedro

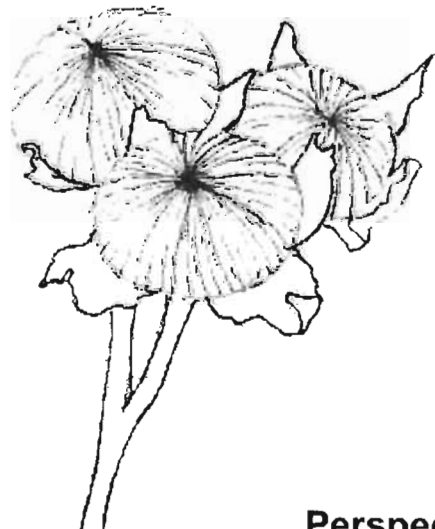


Vista superior

Vista lateral



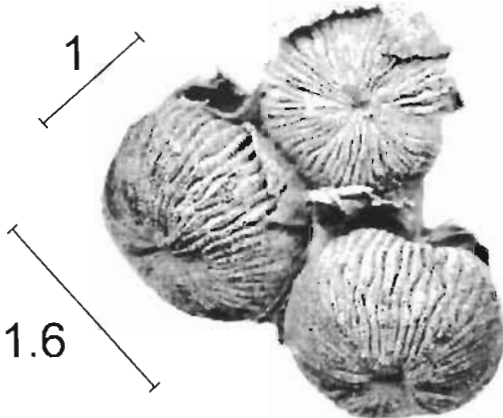
+



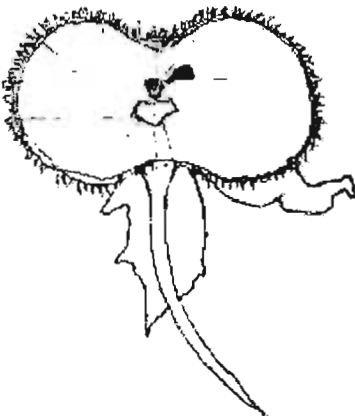
Vista frontal

Perspectiva

Proporciones



Corte longitudinal



Corte transversal



Estructuras de interes

Tiene de entre 50 y 60 laminas



Descripción Biológica y del medio

Familia: MALVACEAE

Nombre científico: *Alcea rosea* L.

Nombre común: Vara de San Pedro

Forma biológica: Herbácea, perenne

Tipo de fruto: Esquizocarpo

Tipo de dehiscencia: Los mericarpos se separan de modo septicida

Medio de dispersión: Anemocoria

Clima: Calido seco, semi seco, sub húmedo



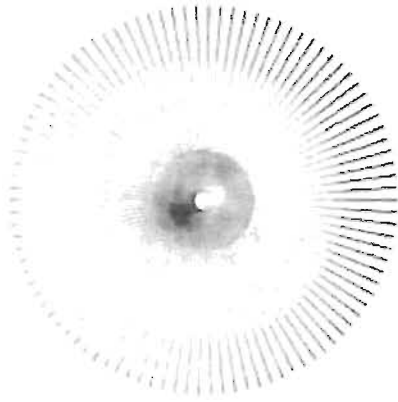
Descripción Funcional

En cada uno de las láminas se encuentran contenidas de dos a tres semillas, unidas en el centro por un poste que se ensancha en la parte superior. Conforme se va secando esta unión se debilita y las láminas empiezan a desprenderse uno por uno.

Una vez separado, la unidad vuela o se dispersa por acción del viento, para mas tarde desintegrarse y dejar salir las semillas para que puedan germinar.

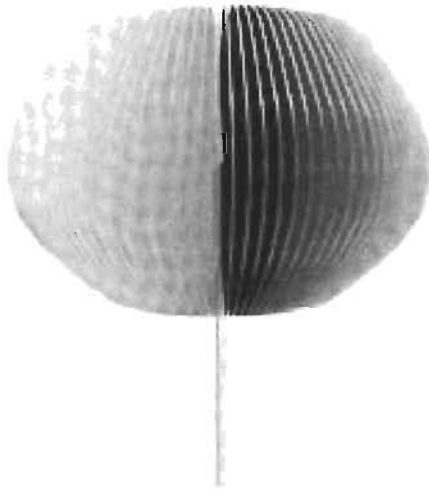
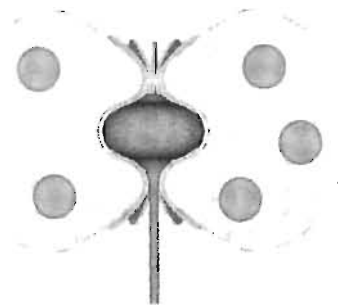


Descripción Geométrica

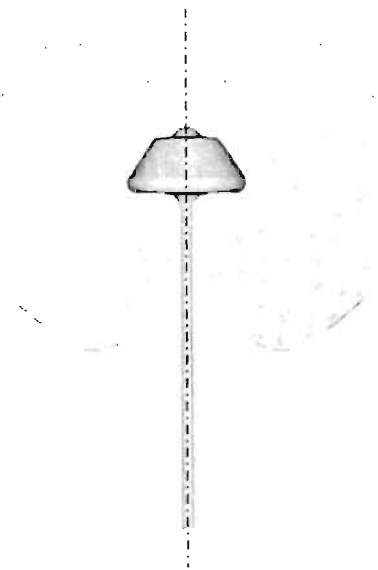


Circunferencia

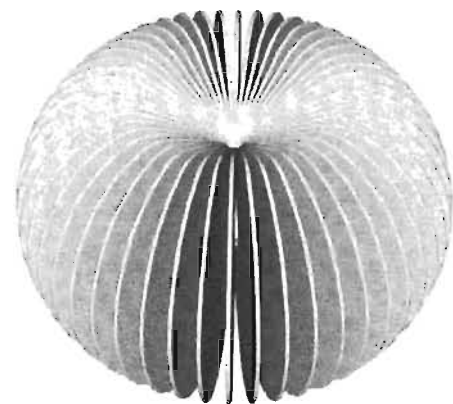
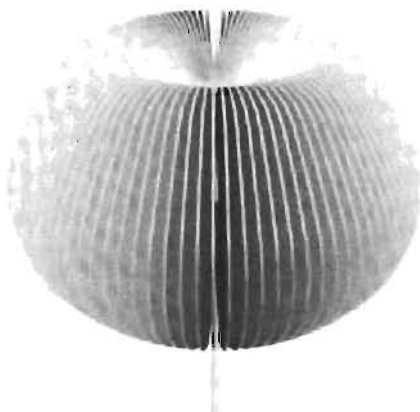
Semillas



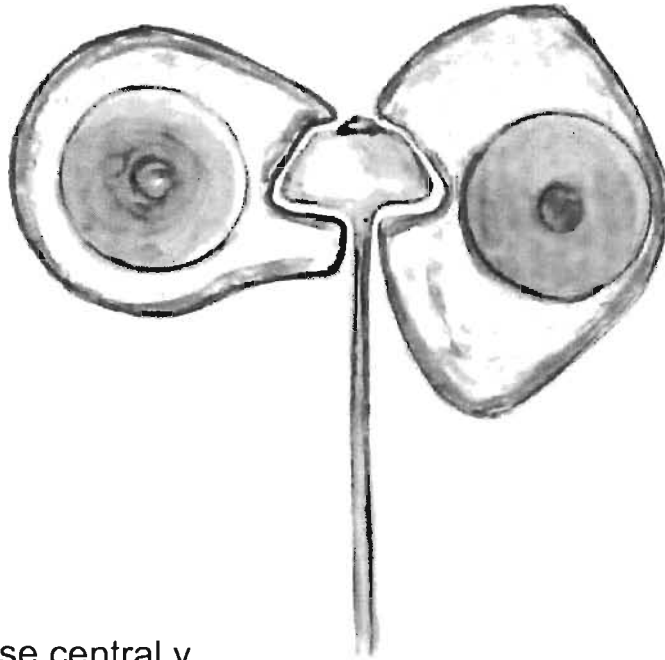
Pequeñas laminas unidas al rededor de una pieza central, y en cuyo interior se encuentran de dos a tres semillas



Simetría radial



Posibles aplicaciones



Base porta cd's





















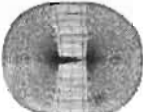





















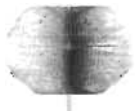

Consta de un base central y elementos que contienen individualmente discos compactos. Estos contenedores de cd's pueden unirse a la base central, con la capacidad de identificarlos fácilmente, o extraerlos para llevarlos consigo estando protegidos.

Esta misma idea puede funcionar con productos que se compren por paquete, y se consuman unitariamente. Para lo que se usa normalmente: un contenedor general, comúnmente una caja y en este caso la base central; además de envolturas individuales, proporcionadas por las laminas.



Utilizar el principio de un intercambiador de calor, que al aumentar su superficie, también aumenta la capacidad para recibir o perder calor. Aplicado en la elaboración de botellas o sistemas de enfriamiento.

COMPARACIÓN DE LAS GEOMETRÍAS

	VS	VF	VL	P
ALMENDRO				
CHICALOTE				
COLA DE MICO				
EUCALIPTO				
HIGUERILLA				
JACARANDA				
OJOS DE TECOLOTE				
TOLOACHE				
TORNILLO				
TRIGRIDIA				
VARA DE SAN PEDRO				

VS = vista superior VF = vista frontal VL = vista lateral P = perspectiva

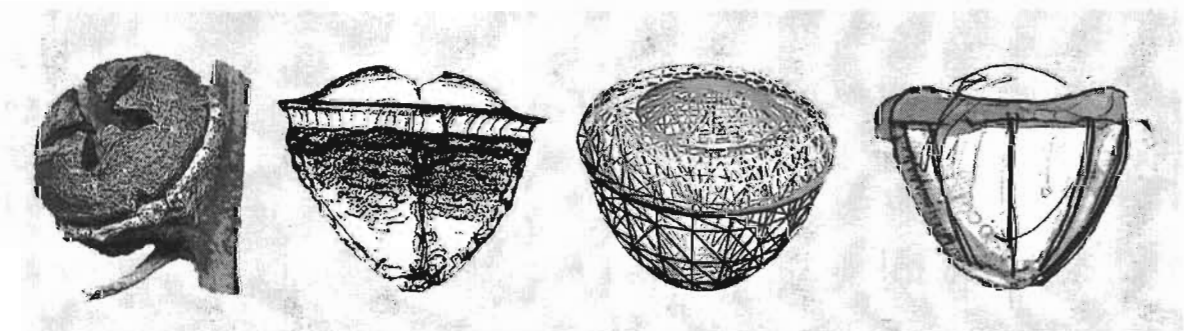
VII. Desarrollo de propuestas

Envase Aplicador

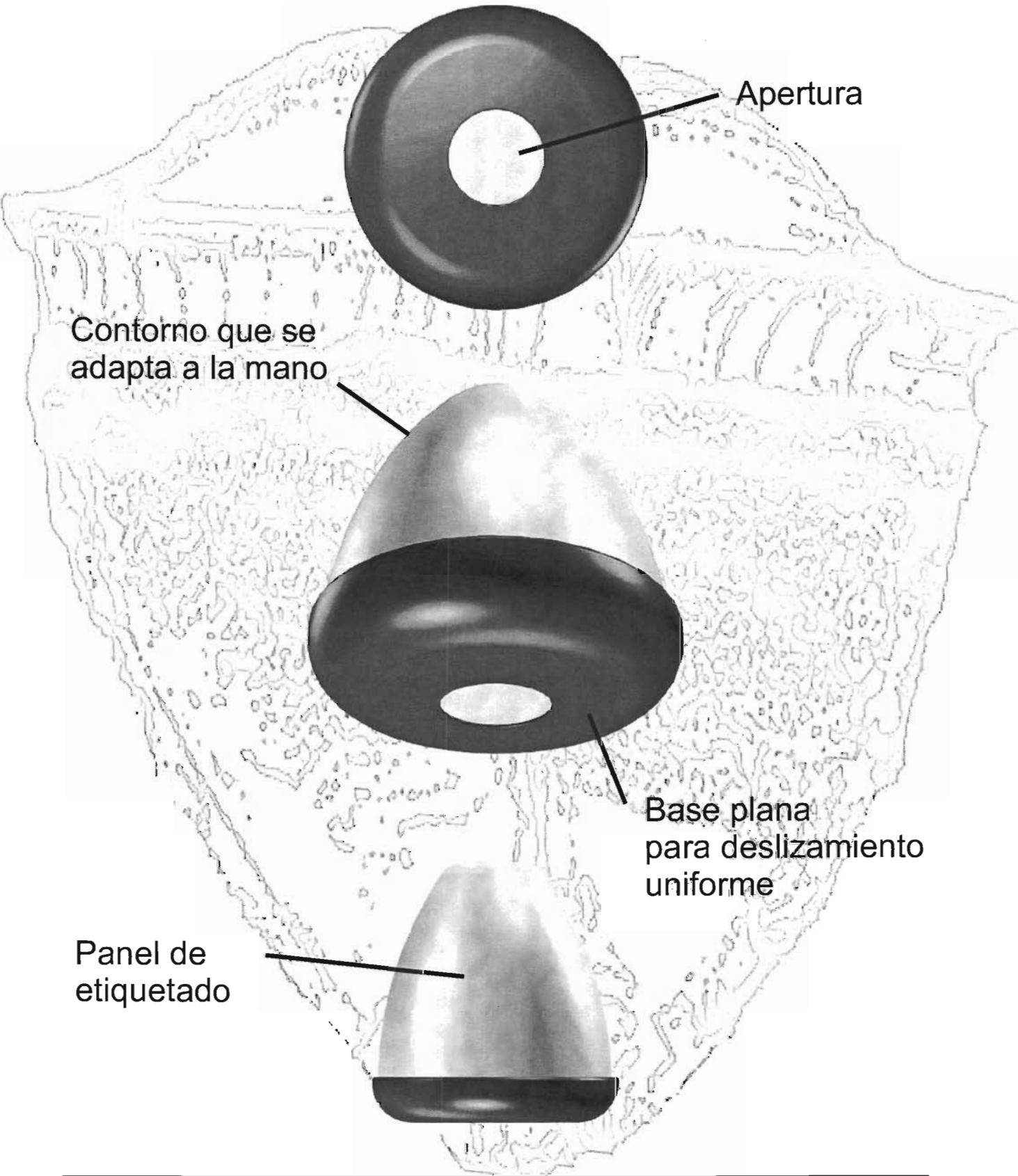
Se necesita de un envase que sirva para esparcir sustancias líquidas o semilíquidas sobre una superficie plana. Al contener el producto debe ser capaz de aplicarlo fácilmente sin derramar. Debe estar considerada la posibilidad de reutilización del envase.

Perfil de producto de diseño

- Utilizar al eucalipto como elemento de inspiración.
- Conservar proporciones adaptándose a factores funcionales.
- Funcionar de manera similar a un roll-on.
- Permitir apertura y cierre para rellenado.
- Evitar derrames mediante un sello adecuado.
- De fácil acceso y uso.
- Disponer de un área para información.
- Dimensionar tomando en cuenta valores ergonómicos de uso.
- Ser agradable al tacto y la vista.
- Ajustar componentes.
- Inyectar en polipropileno de alta densidad.



Envase Aplicador

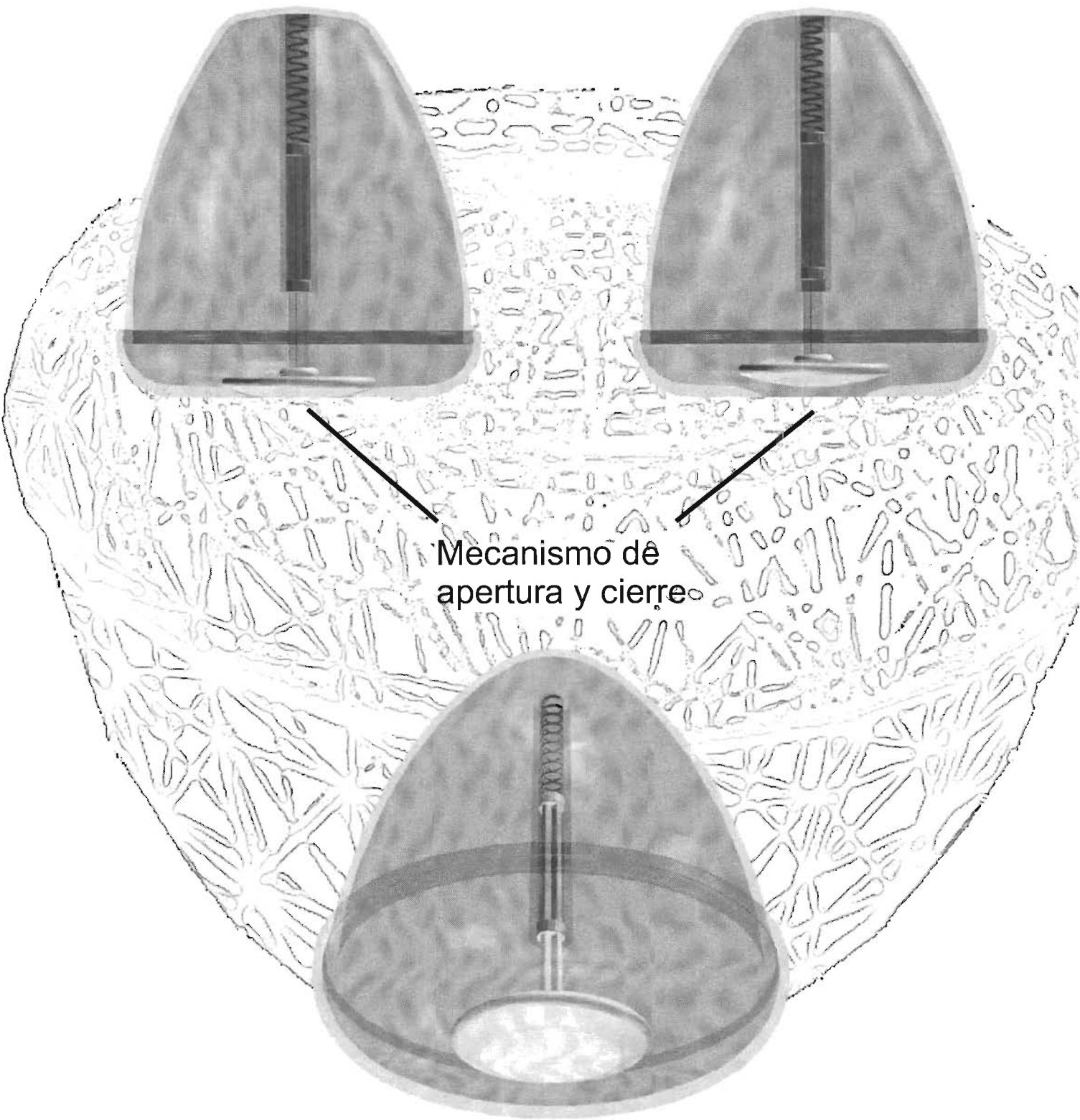


Apertura

Contorno que se adapta a la mano

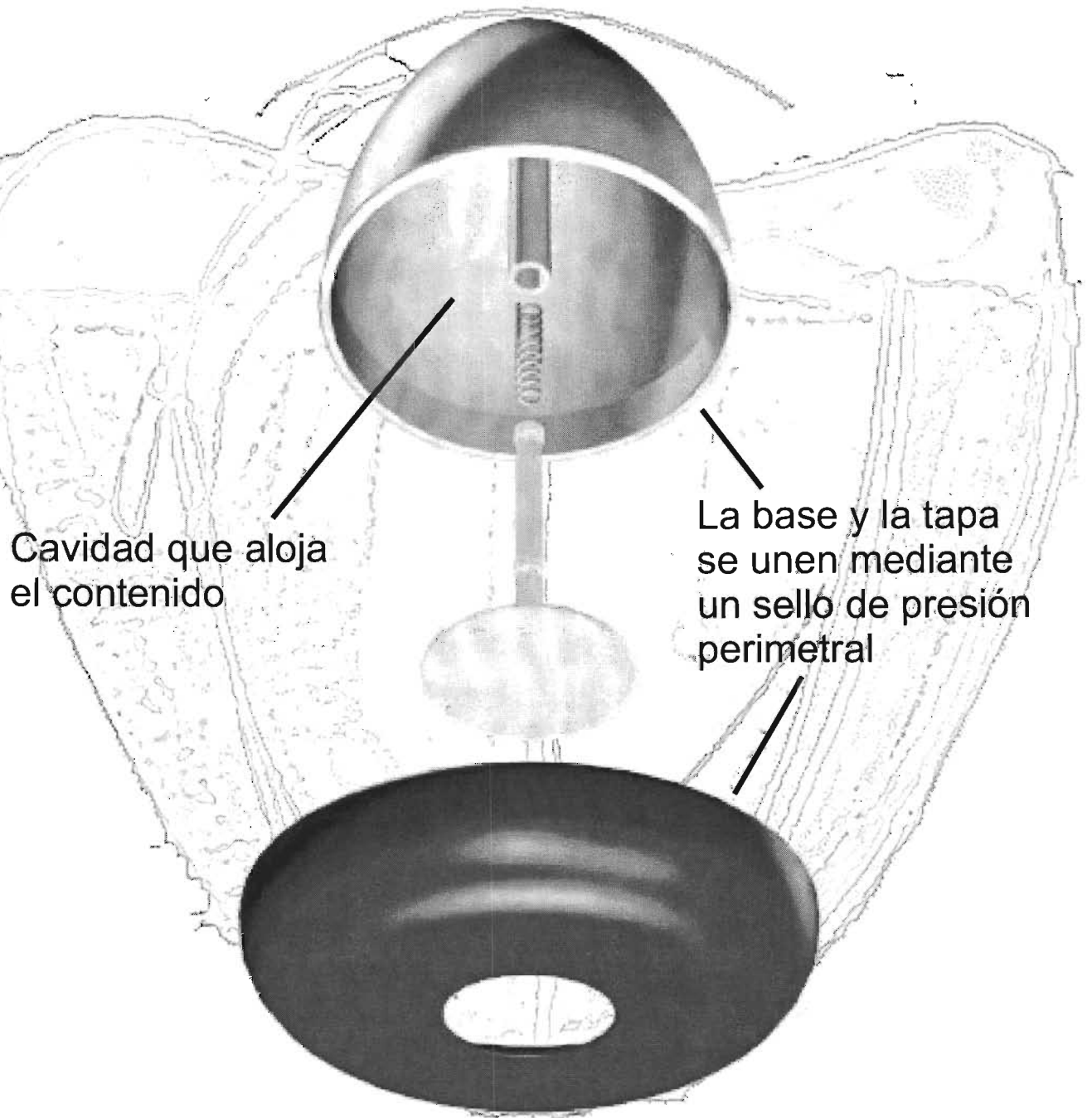
Base plana para deslizamiento uniforme

Panel de etiquetado



Al hacer presión sobre el pistón este se separa de la cubierta permitiendo el flujo del contenido. Un resorte asegura el sello al empujar el pistón contra la cubierta inferior.

Consta de 3 piezas inyectadas en polipropileno de alta densidad y un resorte de acero templado.



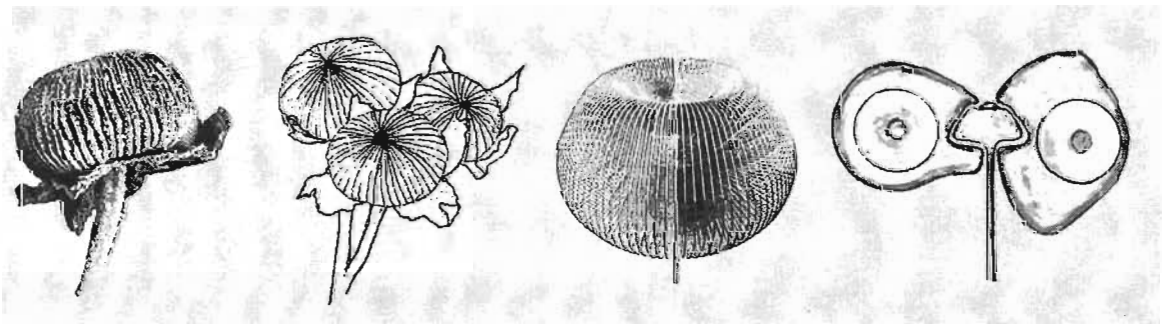
La posibilidad de abrir y cerrar el envase con facilidad permite recargar el contenido así como promover su reutilización con otras sustancias.

Rack para Cd's

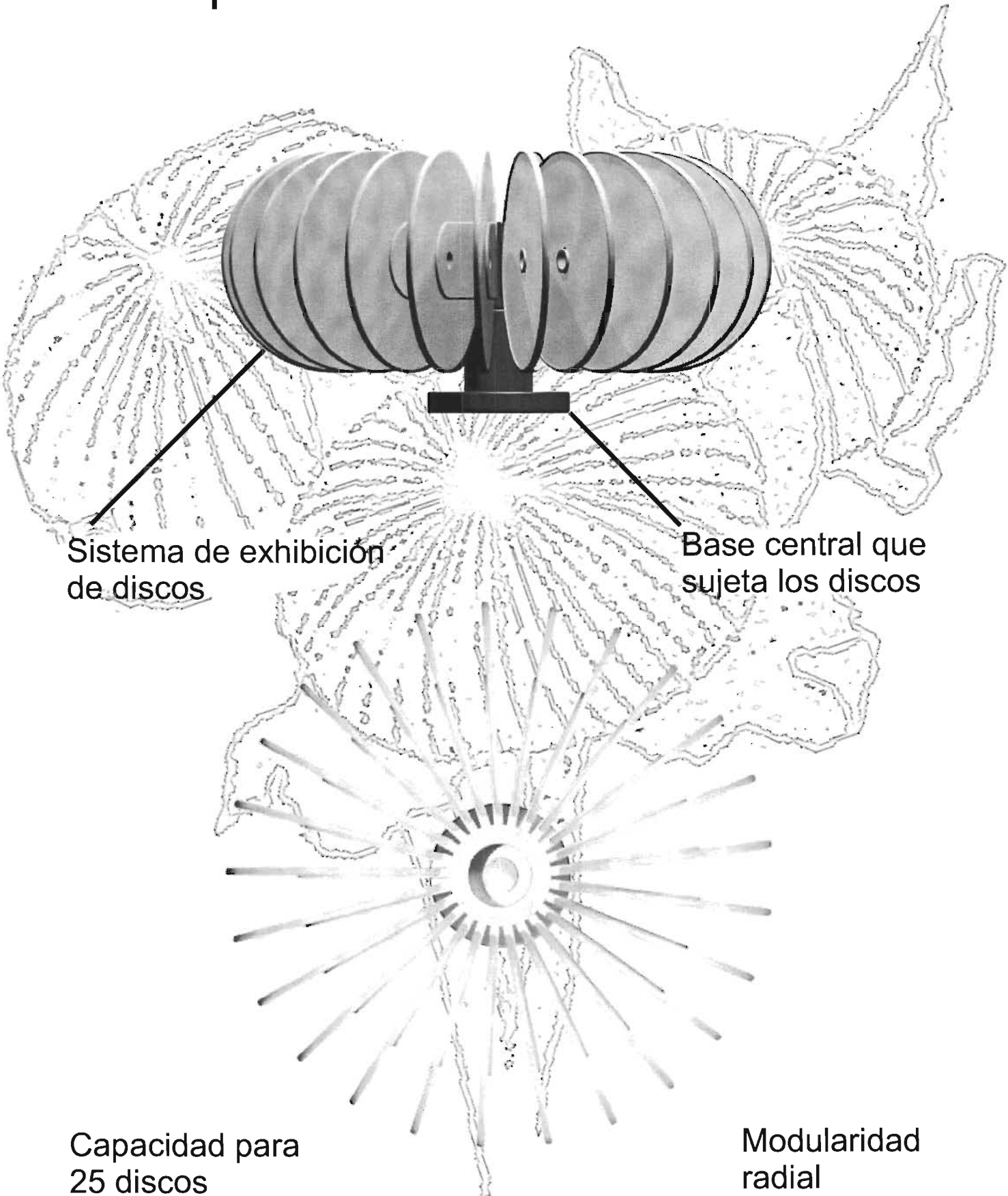
Se necesita de un contenedor para discos compactos que sirva para organizarlos y exponerlos. Al sujetar los discos debe ser capaz de funcionar aisladamente o como parte de un todo. Debe estar considerado un elemento central de enlace.

Perfil de producto de diseño

- Utilizar a la vara de San Pedro como elemento de inspiración.
- Conservar proporciones adaptándose a factores funcionales.
- Funcionar de manera similar a un exhibidor.
- Permitir alojar y desalojar unidades independientes.
- Contar con base central de sujeción.
- Contener 25 discos compactos.
- Proteger cada disco por separado.
- Extraer los discos con facilidad.
- Dimensionar tomando en cuenta principios ergonómicos de uso.
- Ser agradable al tacto y la vista.
- Ajustar componentes.
- Inyectar en polipropileno de alta densidad.



Rack para Cd's

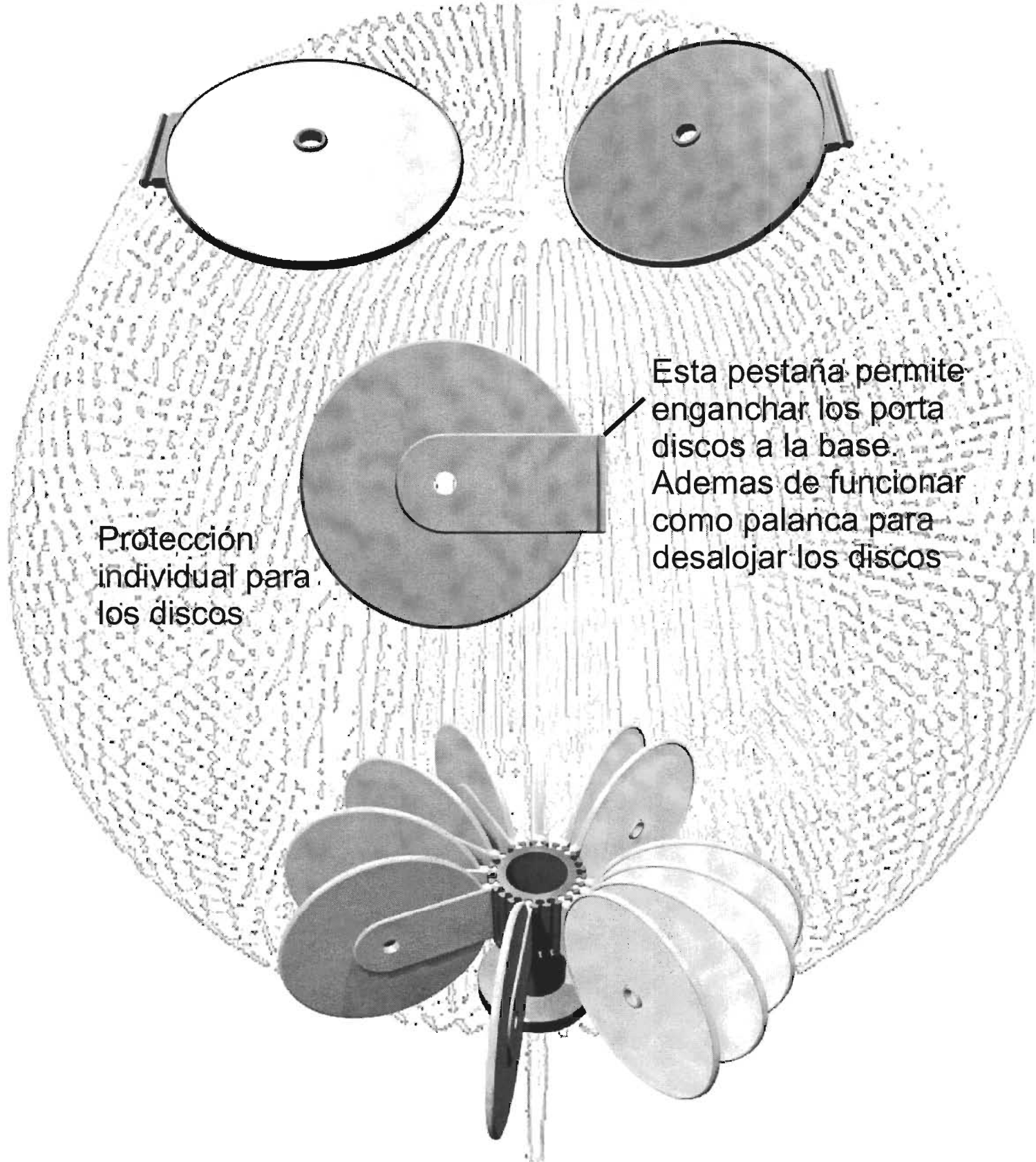


Sistema de exhibición de discos

Base central que sujeta los discos

Capacidad para 25 discos

Modularidad radial

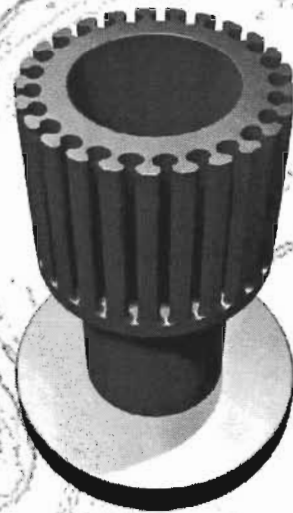
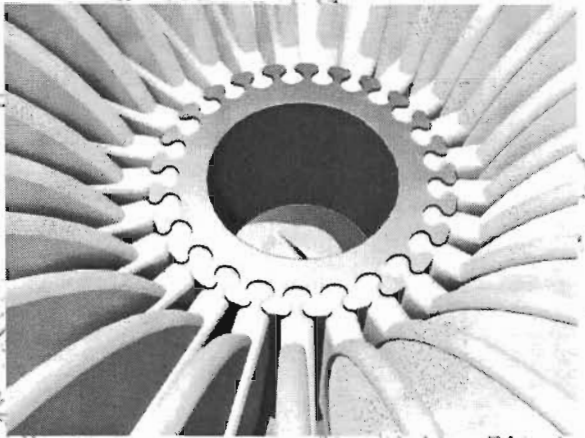


Protección individual para los discos

Esta pestaña permite enganchar los porta discos a la base. Además de funcionar como palanca para desalojar los discos

El contar con protección individual para los discos permite trasladarlos sin riesgo al maltrato. La base que soporta los porta discos es giratoria para facilitar la búsqueda de alguno en particular.

Detalle del ensamble entre la base y los porta discos.



Consta de 25 porta discos y una base compuesta por 3 piezas cilíndricas y un perno inyectados en polipropileno de alta densidad

Pieza solida que soporta los porta discos



La unión se realiza mediante un perno atornillado a la pieza central.

La base cuenta con un peso adicional para brindar mayor estabilidad.



La base es fijada mediante presión.



VIII. Conclusión

Características y Particularidades de los Frutos

Las propiedades que presentan las estructuras frutales analizadas, son muy variadas y con infinitas posibilidades de aplicación en el área del envase – embalaje. La aplicación de estas estructuras como conceptos de diseño al proyectar envases – embalajes, permitirá incitar propuestas innovadoras y atractivas para los empresarios, así como para los consumidores, lo que enriquecerá el mercado. Para el diseño adecuado de los envases-embalajes se deben tomar en cuenta las características del producto a envasar en el momento de su distribución y almacenaje, así como las exigencias funcionales del usuario y la disposición final del empaque.

La aplicación práctica de la información obtenida se puede utilizar de tres maneras distintas:

- a) Tomar la estructura macroscópica como modelo de inspiración y elaborar los empaques a partir de lo que ésta pueda sugerir.
- b) Analizar macro, microscópico y funcionalmente el fruto para poderlo reproducir, en cuanto a las características de los materiales y procesos, que permitan emular el funcionamiento del fruto.
- c) Combinar características aisladas de diferentes frutos y estructuras para la generación de envases – embalajes, que cumplan con prestaciones específicas para el producto a empacar.

Estas tres formas de generar relaciones desde el medio natural y aplicarlas en la generación de productos, se identifican por la cantidad de información generada, asimilada y proyectada; estando estas directamente relacionadas con la profundidad del estudio.

La primera corresponde a un nivel inicial de percepción y asimilación de la información, donde las relaciones son puramente subjetivas y los resultados dependen de la capacidad de cada individuo de hacer relaciones así como las intenciones que los motivan. Al tomar las estructuras desde una perspectiva general, las relaciones con experiencias previas, así como las lluvias de ideas funcionan para generar aplicaciones puramente formales.

En la segunda etapa se profundiza más al analizar metódicamente las estructuras, partiendo con objetivos claros y utilizando procedimientos para llegar a un resultado esperado. A partir de esto se genera y documenta la información, la cual podremos utilizar para generar relaciones menos evidentes y de mayor complejidad en la aplicación técnica, de soluciones al empaque de una infinidad de productos.

La tercera etapa se fija objetivos más particulares para resolver las necesidades específicas de un producto. En este caso las características presentadas por un solo fruto no son suficientes, por lo que es necesario identificar, sintetizar y aislar estas cualidades para poder combinarlas y aplicarlas exitosamente, según los requerimientos presentados.

Las cualidades encontradas en los distintos elementos que componen a los frutos estudiados se clasificaron de la siguiente forma:


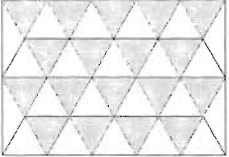

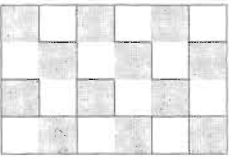
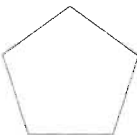
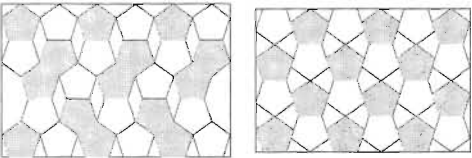

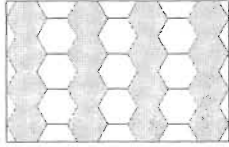
Tejidos superficiales envolventes

Característica	Aplicación
• Impermeable	○ Funciona como aislantes del medio al proteger el contenido mediante propiedades de barrera.
• Liso	○ Genera poca o nula resistencia al paso del aire y/o agua.
• Espinoso	○ Sirven de protección al tratarse de una textura agresiva al tacto. Amortigua impactos además de absorber vibraciones sonoras.
• Peludo	○ A diferencia de las espinas estas prolongaciones no terminan en punta. Al ser pequeñas tienden a no permitir el paso de las gotas de lluvia debido a la tensión superficial del agua.
• Rugoso	○ Permite el control al ser tomado con la mano resultando en una textura antiderrapante.
• Duro	○ Resulta fuerte a los impactos pero frágil a la vez.
• Suave	○ Soporta la flexión y compresión al tratarse de un material flexible.
• Coloreados	○ Dependiendo de la gama se mimetizan con el entorno o destacan de el.

Estructuras Internas

Característica	Aplicación
• Fibroso suave	○ Protege piezas delicadas absorbiendo los impactos y vibraciones más cercanas al producto.
• Combinación de capas	○ Utilizar juntos materiales con distintas propiedades de dureza y densidad proporcionan altas cualidades de protección física, mecánica y química.
• Elementos de soporte	○ Contar con soportes rígidos permiten zonas de materiales más blandos.
• Película envolvente	○ El material se encuentra en contacto directo con el producto proporcionando protección aislada.
• Sobres individuales	○ Permite el consumo de porciones individuales sin perder la protección en el resto del paquete.
• Elementos de división	○ Clasifican los componentes dentro de un embalaje además de protegerlos.

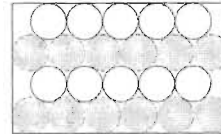
Geometrías que los componen

Característica	Aplicación
<ul style="list-style-type: none">• Triángulo 	<ul style="list-style-type: none">○ Es la figura más sencilla y elemental, presenta excelente estabilidad en su proyección tridimensional como pirámide con cuatro caras de apoyo. Permite la generación de acomodos lineales con nulo desperdicio de espacio. 
<ul style="list-style-type: none">• Rectángulo 	<ul style="list-style-type: none">○ Estabilidad absoluta, la forma más común para embalajes pues permite crear módulos uniformes sin la pérdida de espacio. Armonía y simetría caracterizan este tipo de mallas reticulares. 
<ul style="list-style-type: none">• Pentágono 	<ul style="list-style-type: none">○ Las proporciones intrínsecas están determinadas como preceptos de belleza lo que la hacen atractiva por definición. En los acomodos reticulares el aprovechamiento del espacio no es muy bueno pues se generan desperdicios entre las partes. Sin embargo se pueden generar patrones geométricos muy interesantes. 
<ul style="list-style-type: none">• Hexágono 	<ul style="list-style-type: none">○ Es el más característico en las formas inanimadas de la naturaleza, determina la forma de muchos cristales. Tiene la propiedad de llenar económicamente espacios bidimensionales formando un patrón regular como en los panales de abejas. 

- Circulo



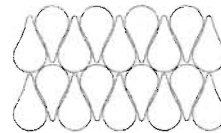
- La figura mas compacta en su representación tridimensional (esfera), contiene el mayor volumen con la menor superficie envolvente. Poco espacio entre los elementos y si se les compacta tienden al hexaedro. Presenta excelentes cualidades de estructuración mecánica lo que la vuelven resistente a los impactos.



- Gota



- Poca resistencia aerodinámica, tendencia del material a colgarse de esta forma. Resulta interesante el envasar líquidos en una geometría que tiende a ser característica de estos, además de los posibles acomodos generados.

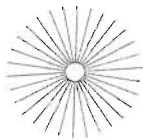


- Helicoide

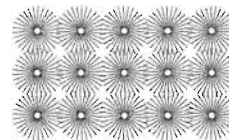


- La diferencia en el crecimiento de una sección alargada provoca que esta se encorvé formando una espiral o helicoide. Esto puede generar sistemas dispensadores utilizando el concepto de continuidad o funcionando como un tornillo sinfín.

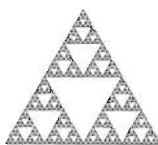
- Radial



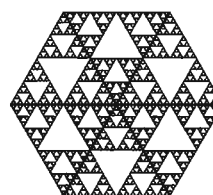
- Ramificación centralizada que permite ventajas en la zona central protegida por las prolongaciones radiales. Por un lado la aísla del entorno y por otro puede ser una extensión que brinde propiedades de dispersión físico mecánicas. Estas extensiones pueden funcionar como elementos de empalme y sujeción al hacer retículas.



- Fractal



- Es posible aplicar los conceptos de autosemejanza y cambios de escala para diseñar sistemas de envases embalajes.



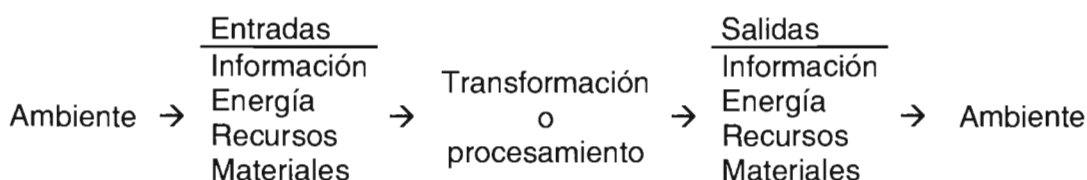
Reflexiones

Incorporar a la naturaleza como modelo de inspiración dentro del proceso de diseño ha resultado más que inspirador. La posibilidad de entender al medio natural y los elementos que lo componen desde un marco teórico - funcional, nos permite adentrarnos en una experiencia cognoscitiva sin igual; que va más allá de ser meramente académica y traspasa la percepción.

Al sensibilizar y agudizar nuestros sentidos hacia el medio natural, podremos entender el lenguaje con que éste se expresa. La propuesta es regresar a los orígenes y retomar estos valores, no solo como inspiración sino como condición de pensamiento; halagando así la existencia de la naturaleza. Al generar una gran cantidad de información y comprensión del medio, podremos integrarnos mejor como parte de un ecosistema sin atender contra su equilibrio.

La naturaleza tiene un conocimiento milenario, resultado del paso del tiempo y la necesidad de adaptarse a condiciones climatológicas cambiantes. Los animales y plantas que observamos están ahí, porque han logrado evolucionar y situarse en un nicho específico de supervivencia dentro de un sistema.

Los sistemas abiertos: "presentan intercambio con el ambiente, a través de entradas y salidas. Intercambian energía y materia con el ambiente. Son adaptativos para sobrevivir. Su estructura es óptima cuando el conjunto de elementos del sistema se organiza, aproximándose a una operación adaptativa. La adaptabilidad es un continuo proceso de aprendizaje y de auto-organización."²⁰



El ambiente es el medio que envuelve externamente el sistema, reflejo de las condiciones climáticas y la orografía del lugar. Si observamos la inclinación de un árbol podríamos determinar la dirección de los vientos dominantes, el moho en la corteza de los árboles nos indica la parte donde no recibe sol y por lo tanto donde se encuentra el norte.

Claro queda que el hombre transforma el medio para adaptarlo a su modo, siendo en muchos casos transgredido y por lo mismo olvidado. Sin embargo, la naturaleza está presente en todas partes de las maneras más perspicaces posibles, basta con tener la intención de observar y analizar, para que un mundo nuevo se abra ante nuestros ojos.

Los campos de estudio pueden ser infinitamente variados, tanto, como las posibilidades de aplicación. Es común que antes de una tormenta escuchemos

parvadas completas de aves convocándose y remontando el vuelo para refugiarse. Las aves cuentan con sensores de presión atmosférica muy sensibles. Si escuchamos con atención su cantar, seremos capaces de predecir el clima y tomar las precauciones necesarias.

Otro ejemplo claro, llevado a un nivel de exploración mas ambicioso es el caso del delfín, caso en el que los interesados buscaban encontrar explicación a las cualidades tanto de rastreo sonar como hidrodinámicas; convirtiéndose esta en tecnología proveniente de la naturaleza aplicada a medios prácticos.

Razones suficientes encontramos para realizar analogías premeditadas y directas. ¿Pensar que un fruto podría ayudarnos a proponer soluciones al problema del envase, y además cumplir con las características específicas requeridas?..... Para empezar, la palabra fruto abarca una cantidad de individuos mucho mayor de lo que podríamos haber imaginado, ¡esto complicaba la elección!

Una vez elegidos los sujetos de análisis se requiere establecer un lenguaje multidisciplinario para realizar cruces de información.

La herramienta más apropiada para realizar este encuentro entre la naturaleza y el diseño industrial parecería ser la geometría, y para esto existe una razón en particular. Si nos remontamos a los orígenes de la ciencia, la geometría surge por la necesidad de medir y cuantificar el medio que nos rodeaba. Mismo que provoco el nacimiento de una ciencia que cuantifica y registra las posibilidades formales en el espacio.

Una vez concebidas, estas relaciones espaciales se analizan para encontrar valores físicos, matemáticos y estéticos. Siendo representados estos, mediante formulas geométricas conteniendo las cualidades propias del procedente. Al sintetizar la información encontrada fue posible realizar el proceso a la inversa y aplicar estos valores mediante el uso de geometría; situación habitual para quien se encargue de lidiar con el problema de la proyección espacial.

Arquitectos, ingenieros, diseñadores, escultores, y artistas en general, utilizan la geometría con menor o mayor grado de rigidez como lenguaje para comunicar ideas y sentimientos. Tratada desde una perspectiva analítica, puede determinar las propiedades físicas que supone o adolece un objeto. Constructivamente nos sirve para generar estándares de comunicación en cuanto a la forma que se tiene o se debe tener.

Teniendo un objetivo bien definido resulta sencillo encontrar relaciones en cuanto a funciones, prestaciones, materiales y procesos. Existen infinidad de características propias de los frutos aplicables a situaciones similares en el aspecto industrial y comercial. En ambos casos la necesidad planteada es llevar a buen fin un "algo".

Para los frutos existe la necesidad de asegurar la subsistencia mediante, una serie de mecanismos estructurales y funcionales que proporcionar a las semillas el medio apropiado para su dispersión y germinación.

Resultando estos, en una clara comunicación de simbolismos expresados por medio del color y la forma.

Un fruto con colores brillantes o espinas largas y puntiagudas nos advierten sobre su toxicidad, otro que se vea succulento y jugoso busca ser comido para dispersar las semillas mediante el excremento de las aves. La naturaleza se expresa de formas tan variadas que parece tener resueltas todos los posibles requerimientos para permitirle permanecer, hasta el momento, por tiempo ilimitado.

Los sistemas de distribución de productos representan un gran esfuerzo logístico para posicionarse dentro de la elección de los consumidores, siendo el envase elemento portador de esta responsabilidad. Deberá cumplir también, con una serie de requerimientos de protección, información, maniobrabilidad y modulación durante su comercialización; lo que determinara las propiedades formales, de materiales y de proceso.

Observando detenidamente se puede comprobar que los frutos son excelentes envases, la cantidad de soluciones que podemos encontrar es infinita: bayas, pepos, drupas, pomos, nueces, aquenios, samaras, utrículos, esquizocarpos, lomentos, cápsulas, legumbres, folículos. Todos con sofisticados envoltorios que cumplen con las funciones más sorprendentes y nos asombran con su belleza.

La situación puede salirse de control de un momento a otro, los frutos dejaran de ser "elementos" de la naturaleza, para convertirse en sofisticadas piezas de ingeniería. La entrada a un mundo mágico en donde ya nada es lo que parece y todo es producto de la imaginación. La frontera entre el medio natural y el industrial parece haberse desvanecido; nos encontramos mirando una fruta e imaginando un envase, ¿o es acaso el envase, el que se nos antoja como si lo quisiéramos morder?

Podremos llevar a la perfección la analogía de los frutos como envases cuando estos puedan degradarse igual. Así estaremos solucionando el mayor problema que presentan en la actualidad, su acumulación y transformación en desechos.

Existen materiales innovadores capaces de simular esta característica al permitir su descomposición como lo haría un vegetal. Una nueva resina es sintetizada a partir de almidón extraído del maíz, lo que brinda la ventaja adicional de ser obtenido de manera tan limpia como puede ser la cosecha de granos.²¹ Es importante destacar que no solo se genero una analogía, sino que se integra a la naturaleza como parte de un proceso industrial sin provocar daño.

Al realizar investigaciones donde se tomen elementos de la naturaleza como objetos de estudio, es necesario generar procesos de evaluación similares para todos y documentar la información como si se tratara de un reporte científico. Esto nos permitirá generar puntos de partida y comparación para no perdernos en el camino, mirando siempre hacia un objetivo predeterminado.

Existe también, la posibilidad de adentrarnos en el conocimiento de la naturaleza desde una perspectiva mucho más flexible. En donde tan solo observemos al punto de la contemplación, y nos inspiremos a partir de lo que esta nos pueda comunicar o hacer sentir.

Formas de ver a la naturaleza hay muchas, la correcta desde mi perspectiva, es una de admiración y respeto. En donde no solo simulemos su comportamiento sino que nos integremos en su medio con éxito.

Sin duda comerse una fruta nunca volvió a ser igual, antes me llamaban la atención por su aroma y sabor, ahora las busco por su geometría y función...

20.- von Bertalanffy, Ludwig. Teoría General de Sistemas.
Petrópolis, Vozes. 1976.

21.- <http://www.natureworkspla.com>

IX. Bibliografía

Bibliografía

1. LOSADA ALFARO ANA MARIA, (2000), "*Envase y embalaje*" historia, tecnología y ecología. Diseño Teoría y Práctica, México. 201 pp.
2. VIDALES GIOVANNETTI MA. DOLORES, (1995), "*El Mundo del Envase*" Manual para el diseño y producción de envases y embalajes. Editorial Gustavo Gili, Barcelona. 199 pp.
3. MASON DANIEL, (2002), "Empaque Experimental" Mc Graw Hill, México D.F. 144pp.
4. MARTIN CHARTER, (Oct. 2001), "Design for Environment". Greenleaf Publishing. www.greenleaf-publishing.com
5. THOMPSON D'ARCY, (1969), "On Growth and form". University Press, Cambridge.
6. GHYKA MATILA, (1977), "The geometry of Art and Life". Dover, Nueva York.
7. R. PATURI FELIX, (1978), "Nature Mother of Invention, The engineering of plant life". Penguin Books, UK. 159pp.
8. Bionic's, a creative aid to engineering design), Mechanical Engineering No. 96,1974
9. Lucien Gérardine – "la Bionique", Paris, 1968).
10. LITINETSKI, I. B. (1975), Iniciación a la biónica. Barral editores, Barcelona España, 288 p. (ediciones de bolsillo; 419).
11. H. RAEDER PABLO. (1992), *La geometría de la forma*. UAM, Coyoacán México DF. 55 pp.
12. (Jun. 2003), "Historia de la Geometría" <http://www.profesorenlinea.cl>
13. VAGN LUNDSGAARD HANSEN, (Feb. 2001), "Geometría Eterna", traducción: Víctor Hernández y Martha Villalba. PMME-UNISON. <http://www.xtec.es/~jdomen28>
14. RUIZ RUIZ-FUNES CONCEPCION, DE ALVA RUIZ NURIA, GARCIA CASTILLO ALEJANDRA, (Jun. 2003), "Geometría Clásica". Red Escolar. www.redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/act_permanentes/mate/mate

15. (Jun. 2003), "Geometría" <http://www.almez.pntic.mee.es/~agos0000/index>
16. BOLES MARTHA & NEWMAN ROCHELLE, (1987), "Universal Patterns"
The Golden Relationship: Art, Math & Nature. Pythagorean Press, Bradford
Massachusetts. 266 pp.
17. DE VILLERS ALIDA, (Jun. 2003), "Geometría Fractal".
<http://www.geocities.com/alyrub/geometria>.
18. BRAUN ELIEZER. (1996), "*Caos Fractales y cosas raras*. FCE, México D.F.
154 pp. La ciencia desde México / 150
19. H. RAEDER PABLO. (1992), *La geometría de la forma*. UAM, México D.F.
55 pp.
20. VON BERTALANFFY, LUDWIG. (1976), *Teoría General de Sistemas*.
Petrópolis, Vozes.
21. <http://www.natureworkspla.com>

X. Anexo A

1

2

3

4

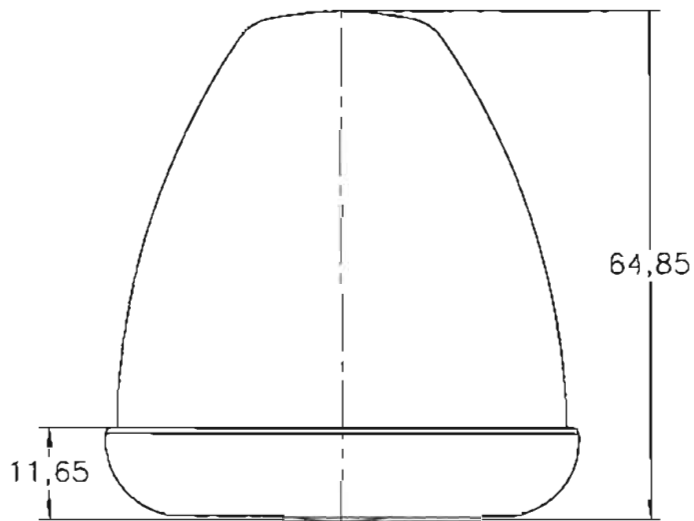
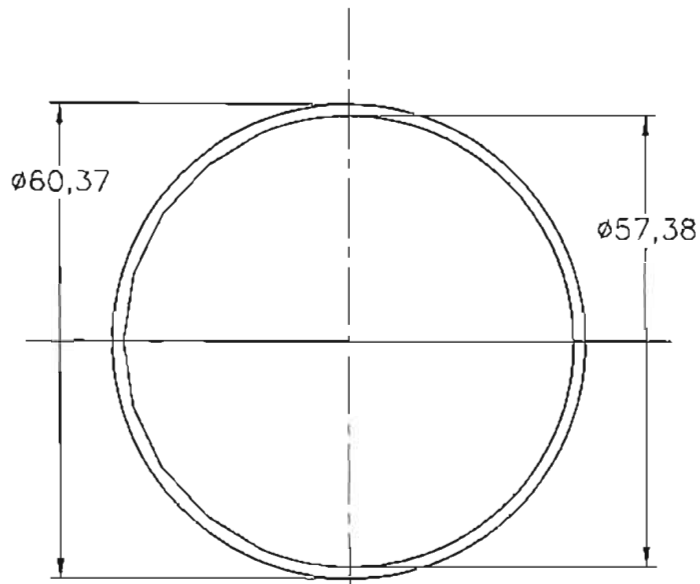
Nº Rev

Nota de revisión

Fecha

Firma

Revisado



A

B

C

D

E

Dibujado por
LUIS A BAROJAS

Revisado por

Aprobado por - fecha

Nombre de archivo
CDrack.dwg

Fecha
22/05/2005

Escala
1:1



CIDI - UNAM

ENVASE APLICADOR

VISTAS GENERALES

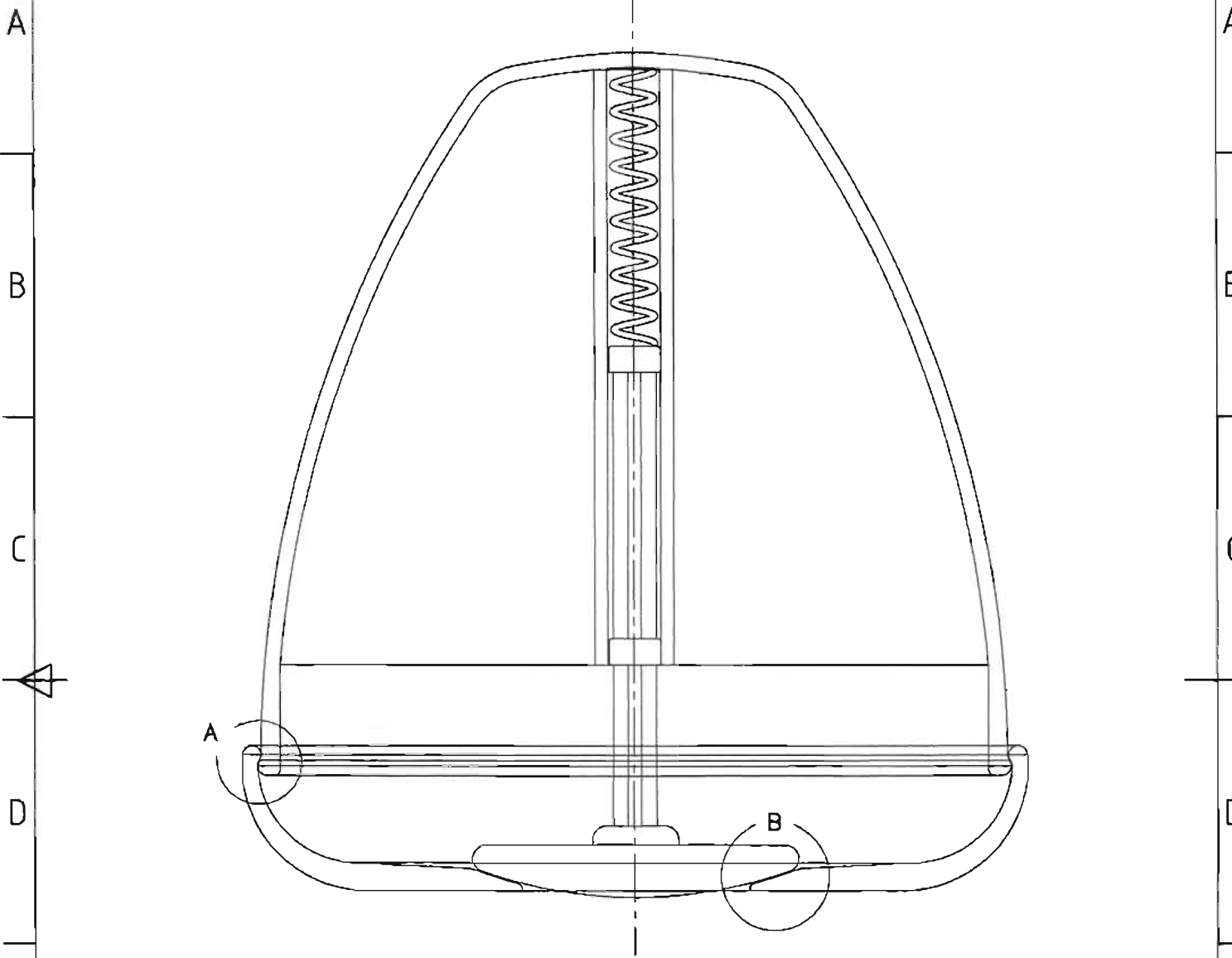
Cotas
mm

Plano
1/12

1

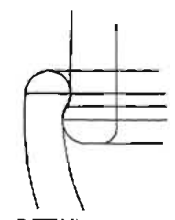
4

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma Revisado

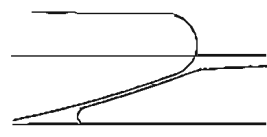


A

B



DETAIL A
SCALE 4:1



DETAIL B
SCALE 4:1

Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo roll on.dwg	Fecha 22/05/2005	Escala 2:1
--------------------------------	--------------	----------------------	----------------------------------	---------------------	---------------



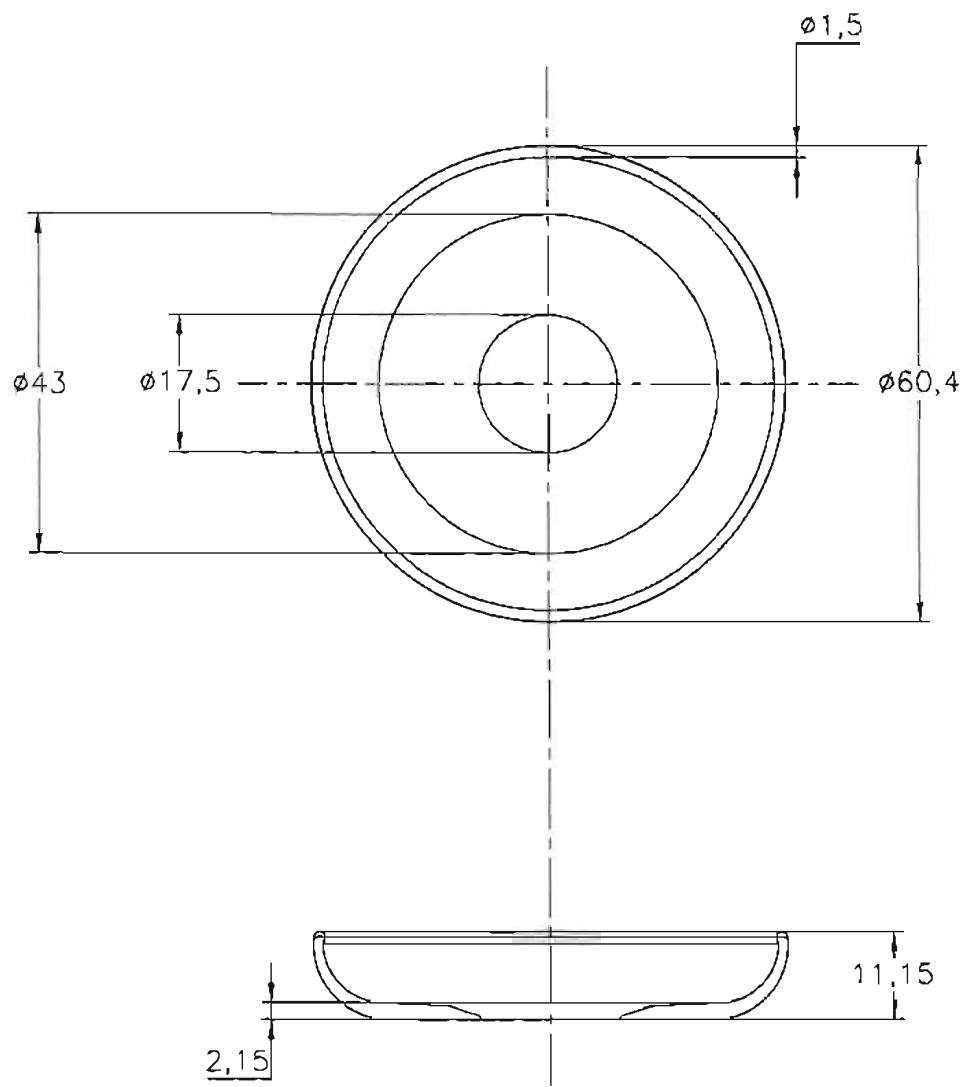
CIDI - UNAM

ENVASE DISPENSADOR


DETALLE DE ENSAMBLE

Cotas mm	Plano 2/12
-------------	---------------

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma Revisado



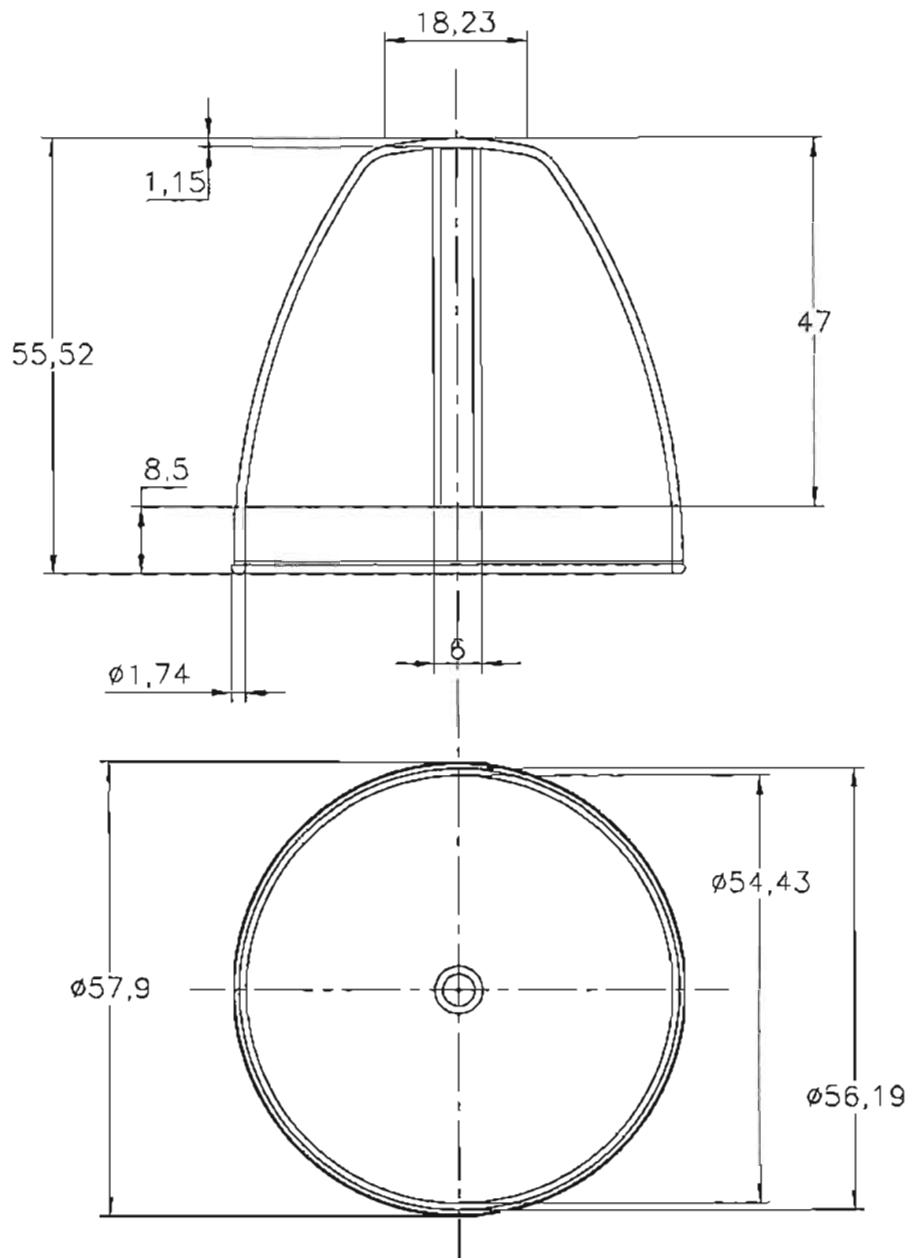
A
B
C
D
E
F

Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo roll on.dwg	Fecha 22/05/2005	Escala 1:1
 CIDI - UNAM			BASE		
PLANOS POR PIEZA				Cotas mm	Plano 3/12

1

4

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma Revisado



Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo roll on.dwg	Fecha 22/05/2005	Escala 1:1
--------------------------------	--------------	----------------------	----------------------------------	---------------------	---------------



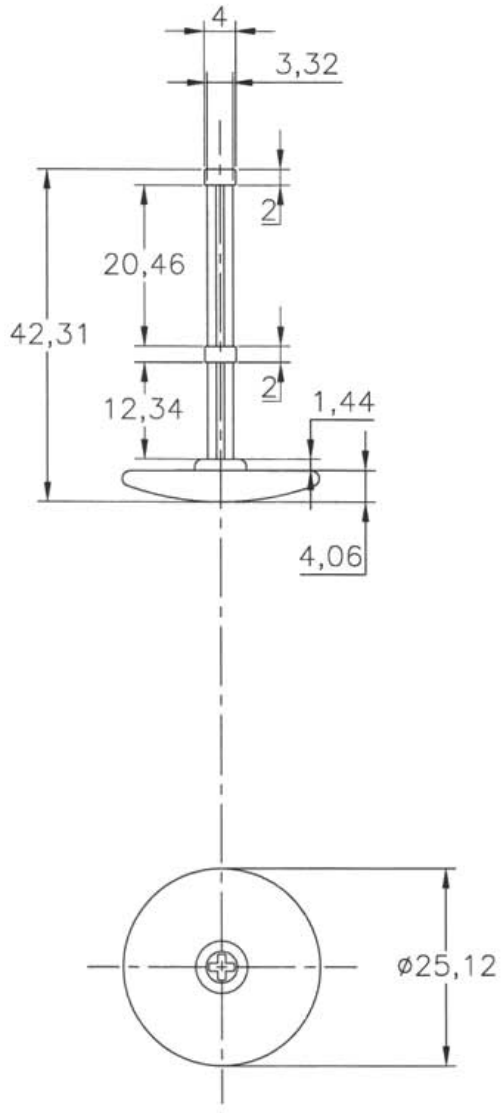
CIDI - UNAM

CUERPO


PLANOS POR PIEZA

Cotas mm Plano 4/12

1		2		3		4	
Nº Rev	Nota de revisión				Fecha	Firma	Revisado



A
B
C
D
E
F

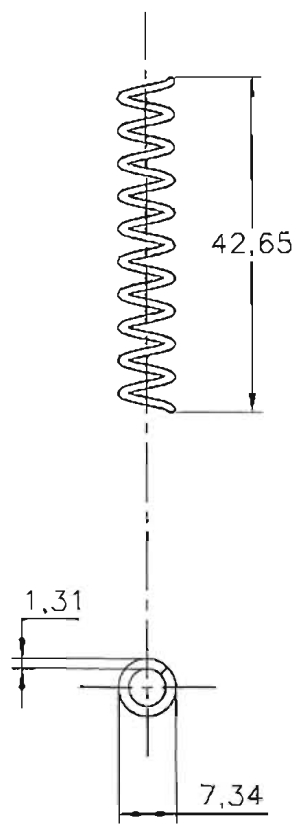
Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo roll on.dwg	Fecha 22/05/2005	Escala 1:1
 CIDI - UNAM			PISTON		
PLANOS POR PIEZA				Cotas mm	Plano 5/12

1

4

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma Revisado

A
B
C
D
E
F



Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo roll on.dwg	Fecha 22/05/2005	Escala 2:1
--------------------------------	--------------	----------------------	----------------------------------	---------------------	---------------



CIDI - UNAM

RESORTE

PLANOS POR PIEZA

Cotas mm	Plano 6/12
-------------	---------------

1

2

3

4

Nº Rev	Nota de revisión		Fecha	Firma	Revisado
--------	------------------	--	-------	-------	----------

A

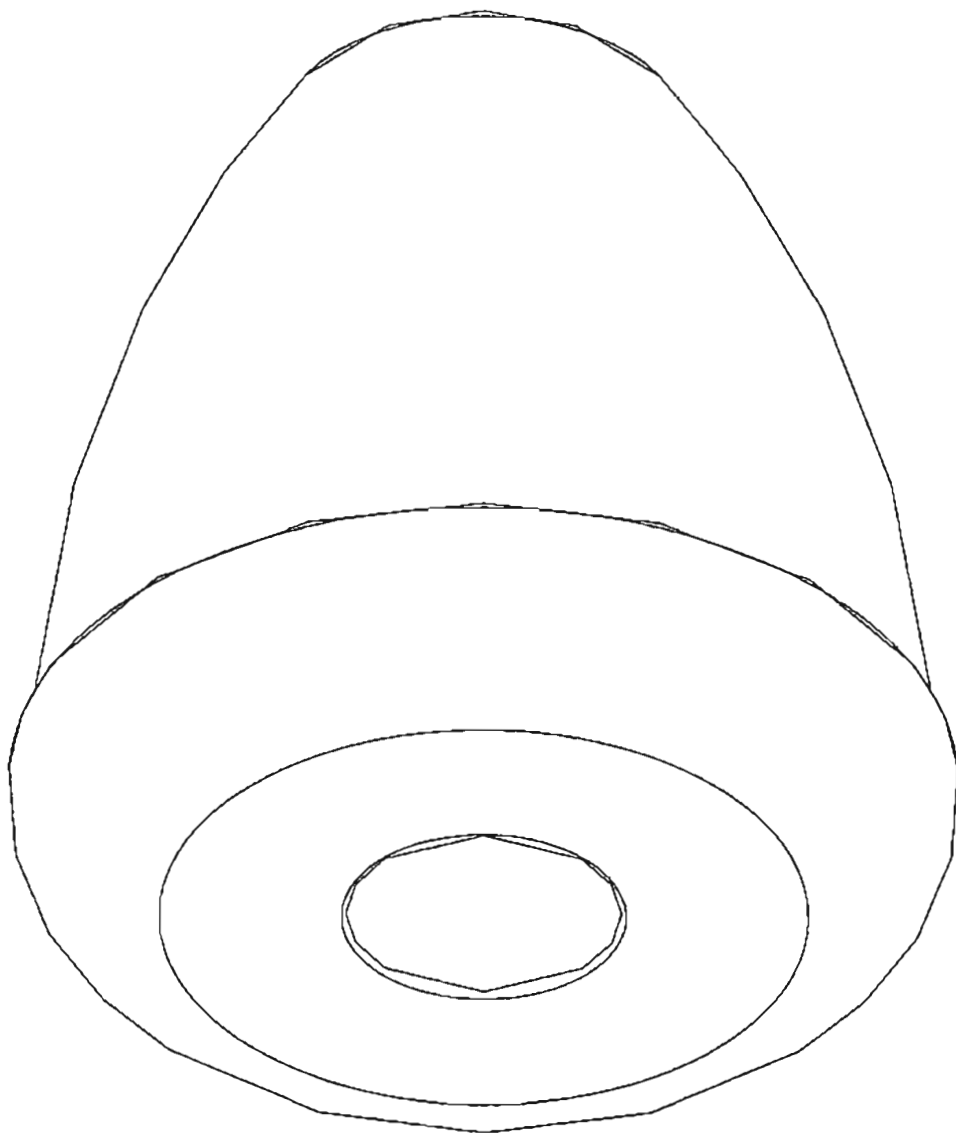
B

C

D

E

F



Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo roll on.dwg	Fecha 22/05/2005	Escala 1:1
--------------------------------	--------------	----------------------	----------------------------------	---------------------	---------------



CIDI - UNAM

ENVASE DISPENSADOR

ISOMETRICO

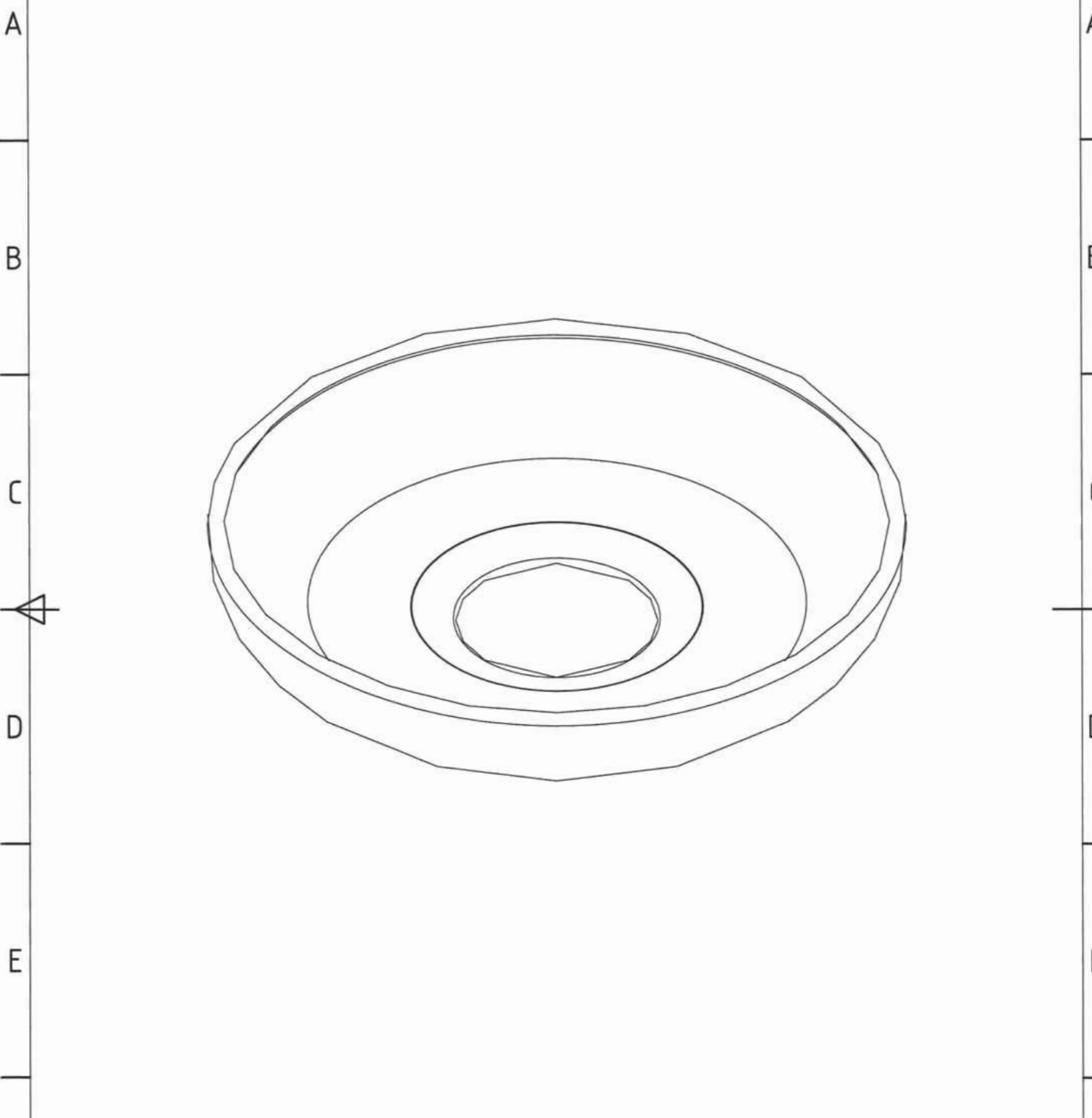
Cotas
mm

Plano
7/12

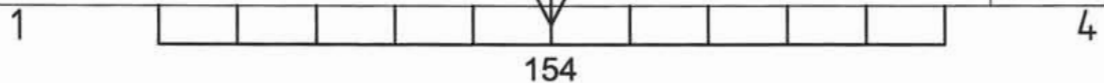
1

4

1		2		3		4	
Nº Rev	Nota de revisión				Fecha	Firma	Revisado

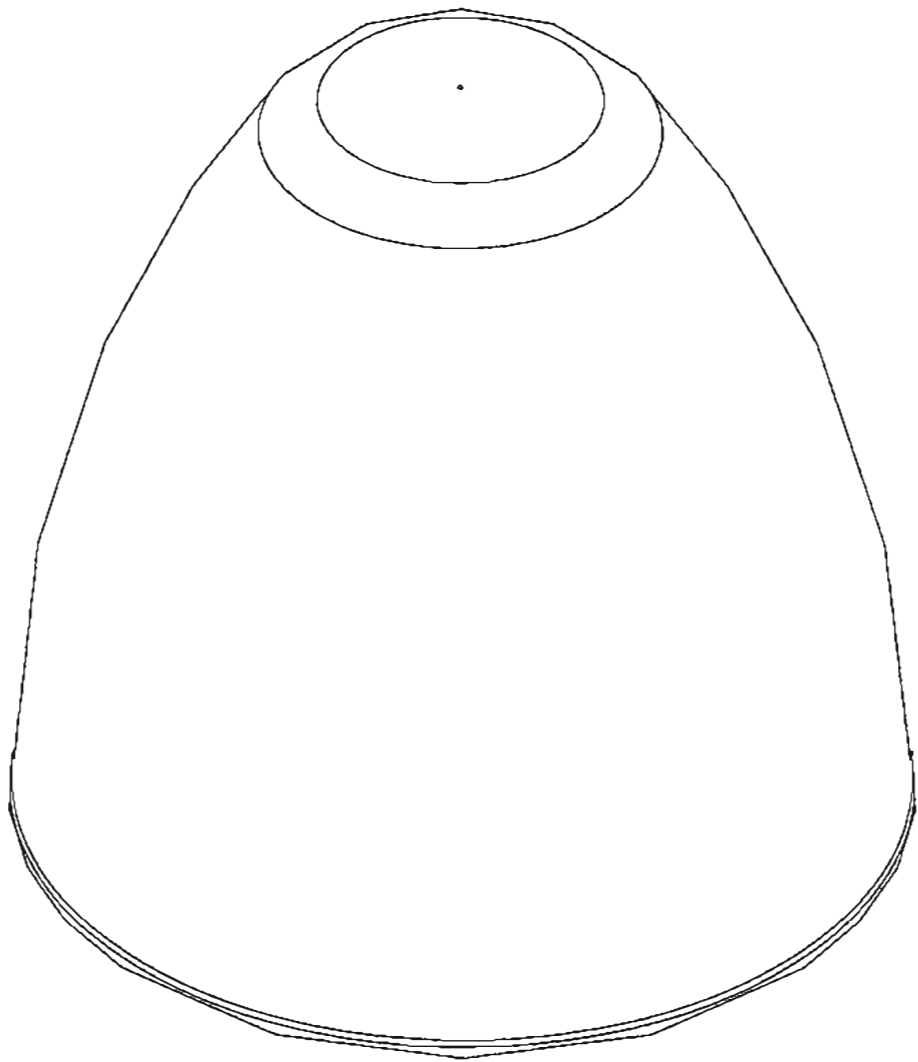


Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo roll on.dwg	Fecha 22/05/2005	Escala 1:1
		BASE			
CIDI - UNAM			ISOMETRICO	Cotas mm	Plano 8/12




154

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma
			Revisado



A
B
C
D
E
F

Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo rol1 on.dwg	Fecha 22/05/2005	Escala 1:1
 CIDI - UNAM			CUERPO		
			ISOMETRICO	Cotas mm	Plano 9/12

1 155 4

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma

A

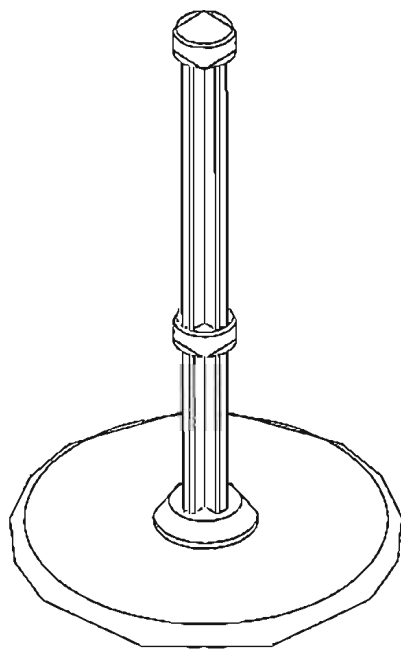
B

C

D

E

F



Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo roll on.dwg	Fecha 22/05/2005	Escala 1:1
--------------------------------	--------------	----------------------	----------------------------------	---------------------	---------------



CIDI - UNAM

PISTON

ISOMETRICO

Cotas mm	Plano 10/12
-------------	----------------

1




4

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma
			Revisado



A
B
C
D
E
F

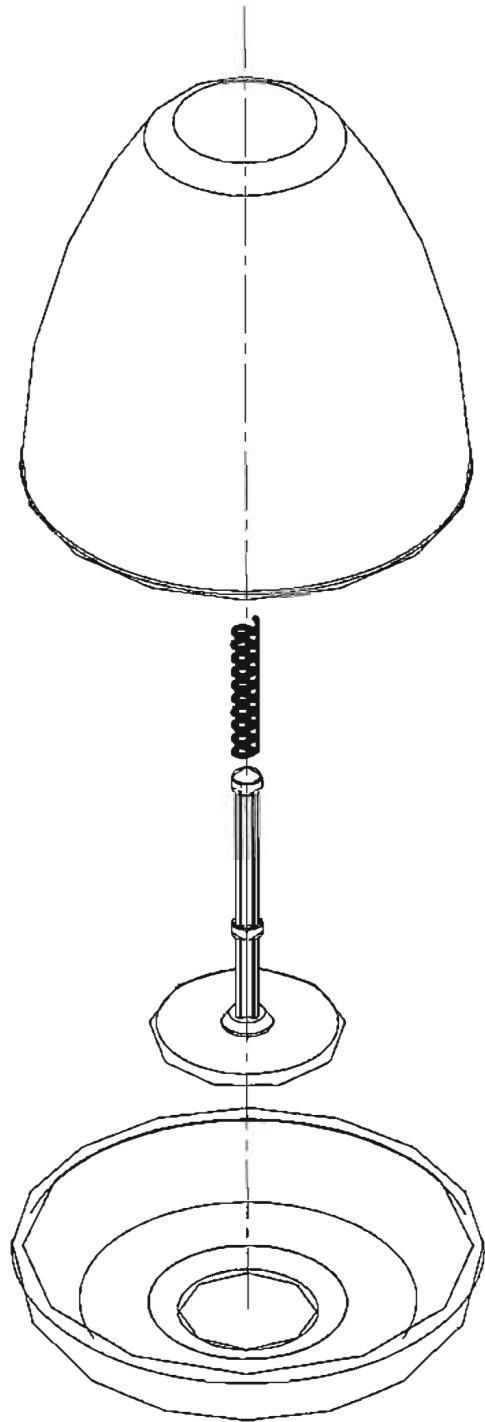
Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo roll on.dwg	Fecha 22/05/2005	Escala 4:1
--------------------------------	--------------	----------------------	----------------------------------	---------------------	---------------

	RESORTE		
	ISOMETRICO	Cotas mm	Plano 11/12

1										4
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

1		2		3		4	
Nº Rev	Nota de revisión				Fecha	Firma	Revisado

A
B
C
D
E
F



Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo roll on.dwg	Fecha 22/05/2005	Escala 1:1
--------------------------------	--------------	----------------------	----------------------------------	---------------------	---------------



CIDI - UNAM

ENVASE DISPENSADOR

DESPIECE ISOMETRICO

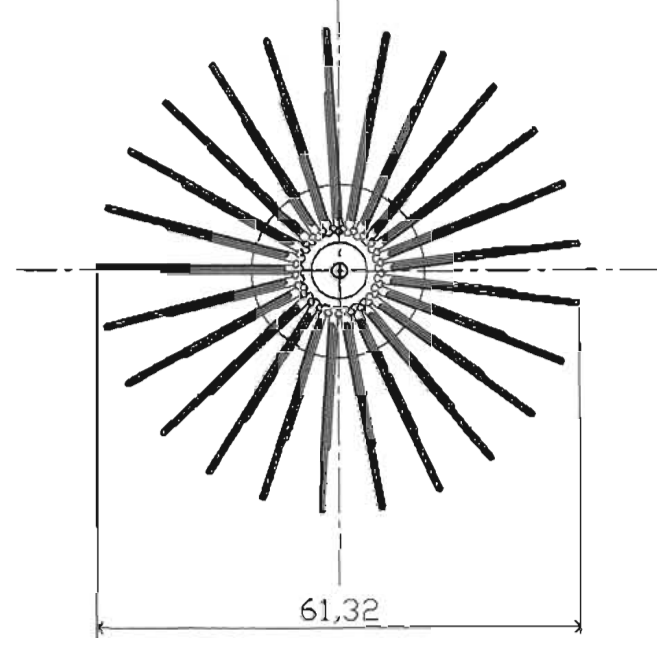
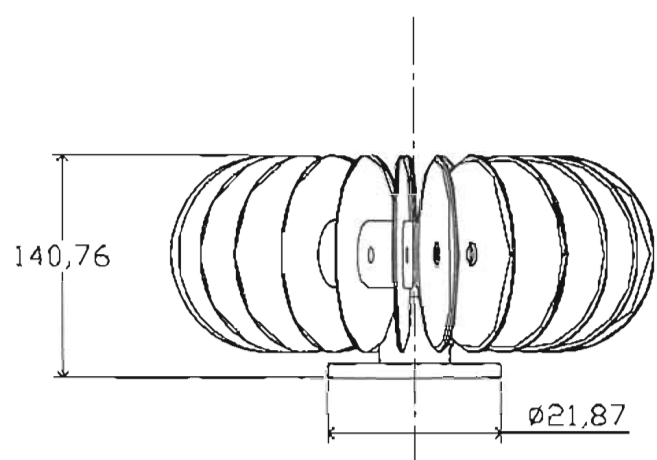
Cotas
mm
Plano
12/12

1

4

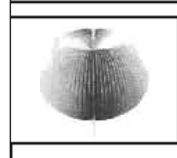
XI. Anexo B

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma
			Revisado



A
B
C
D
E

Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala 1:5
--------------------------------	--------------	----------------------	---------------------------------	---------------------	---------------



CIDI - UNAM

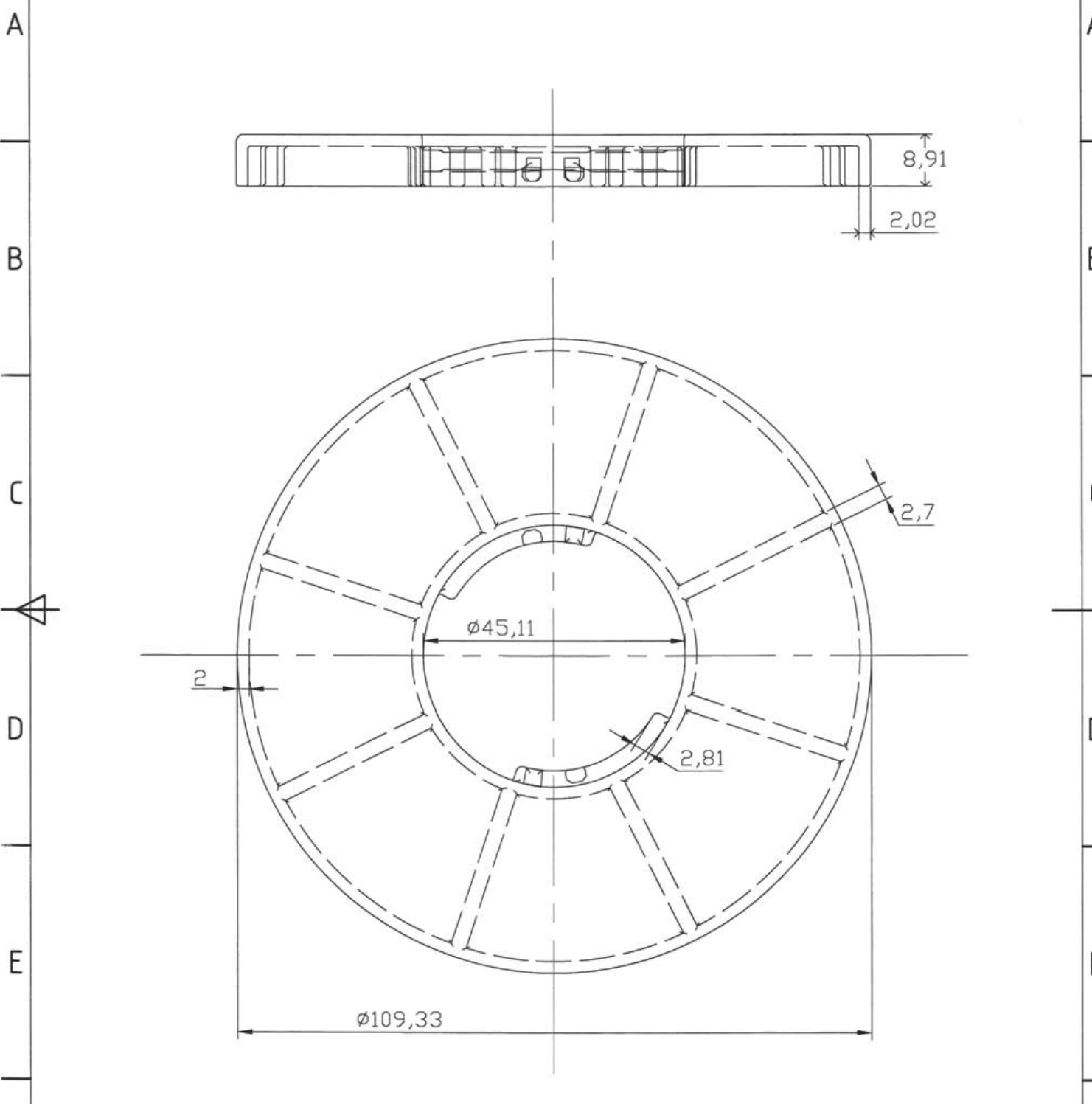
RACK PARA CD'S

VISTAS GENERALES

Cotas
mm
Plano
1/13

F

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma
			Revisado



Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala 1:1
--------------------------------	--------------	----------------------	---------------------------------	---------------------	---------------



CIDI - UNAM

BASE

PLANOS POR PIEZA

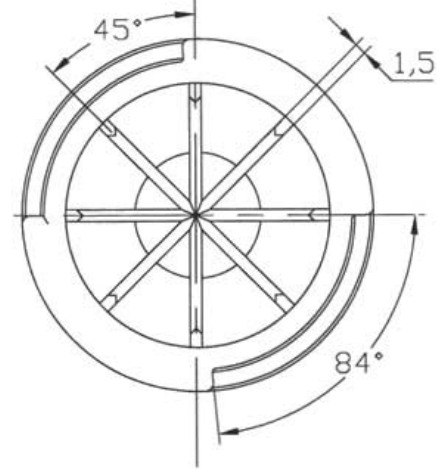
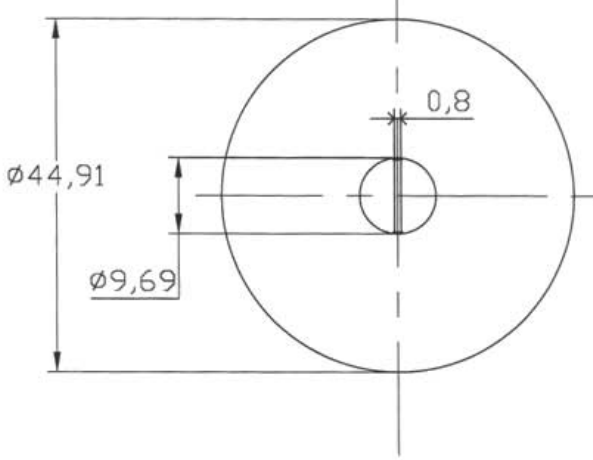
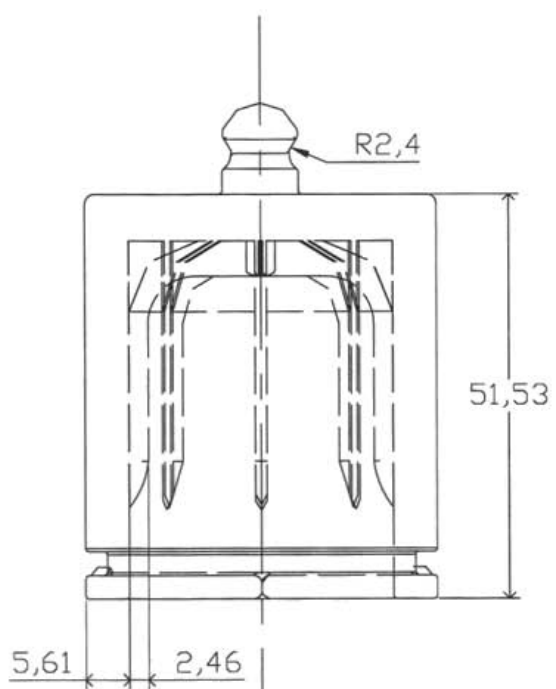
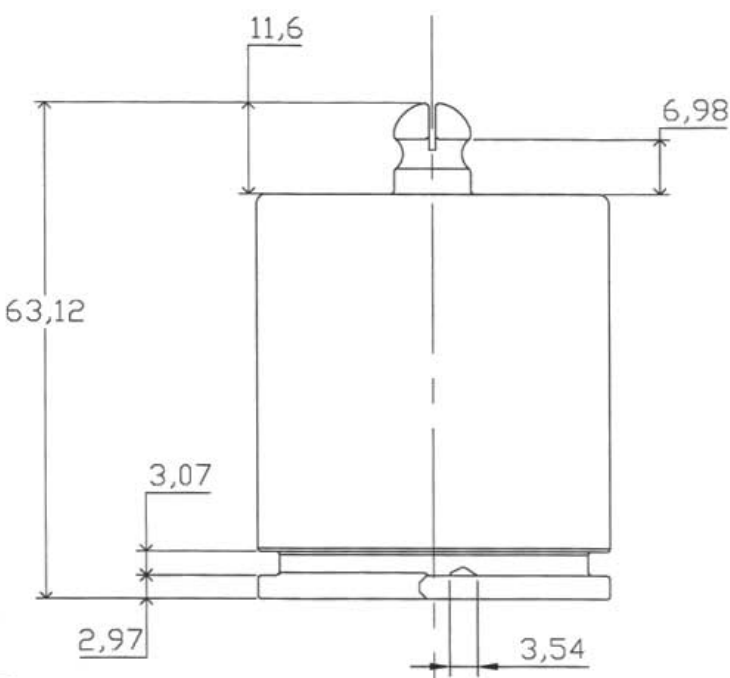
Cotas
mm

Plano
2/13

1

4

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma
			Revisado



A
B
C
D
E

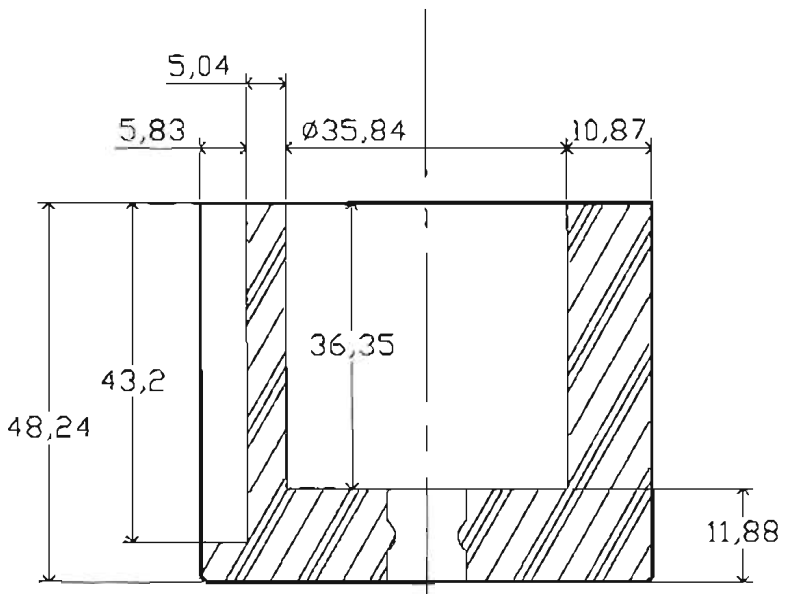
Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala 1:1
--------------------------------	--------------	----------------------	---------------------------------	---------------------	---------------

	POSTE	
	PLANOS POR PIEZA	Cotas mm
		Plano 3/13

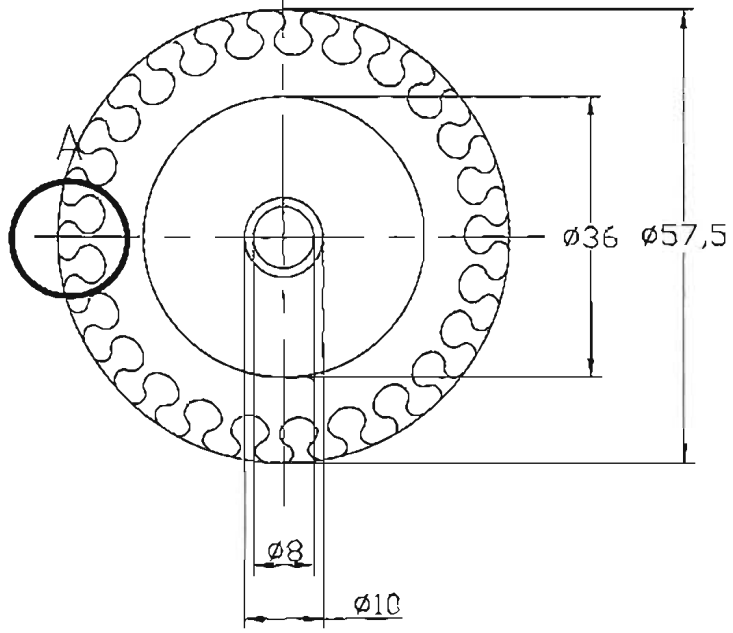
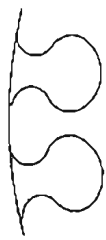
F



1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma
			Revisado



A (2:1)



Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala 1:1
--------------------------------	--------------	----------------------	---------------------------------	---------------------	---------------



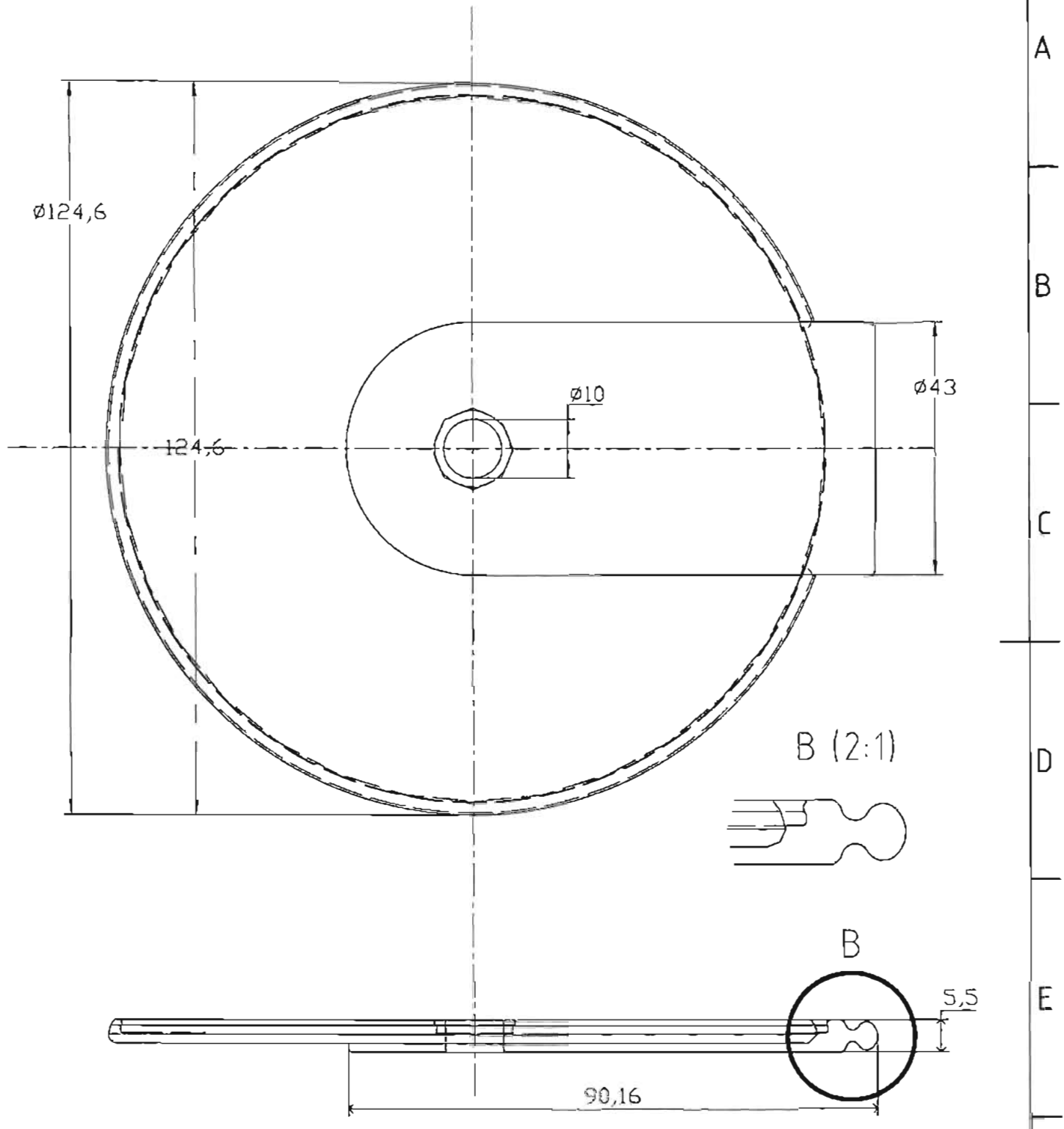
CIDI - UNAM

SOPORTE


PLANOS POR PIEZA

Cotas mm
Plano 4/13

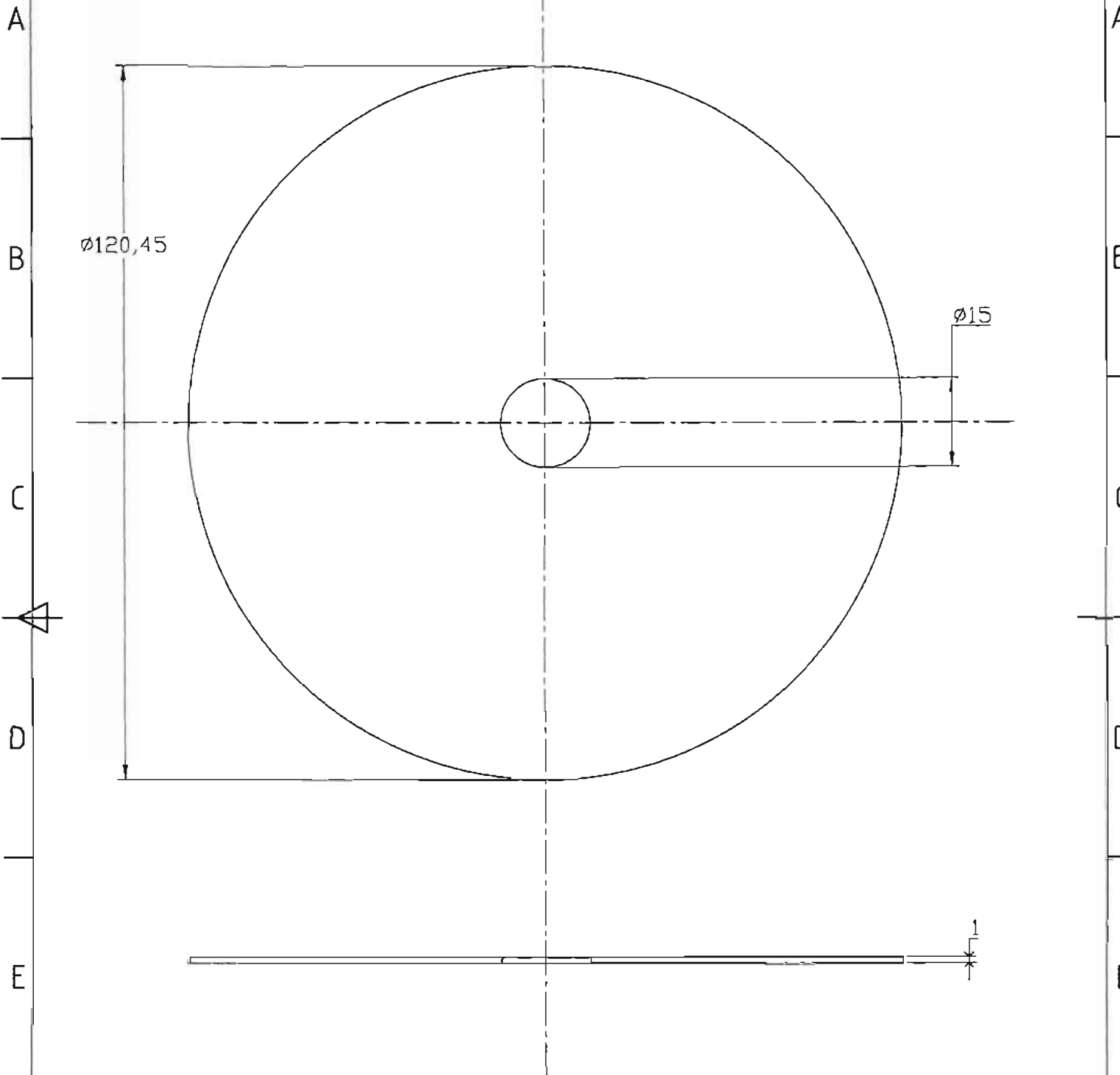
1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma Revisado



Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala 1:5
---------------------------------------	--------------	----------------------	---------------------------------	---------------------	---------------

	FUNDA	
	PLANOS POR PIEZA	Cotas mm
		Plano 5/13

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma
			Revisado



Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala 1:1
--------------------------------	--------------	----------------------	---------------------------------	---------------------	---------------



CIDI - UNAM

CD

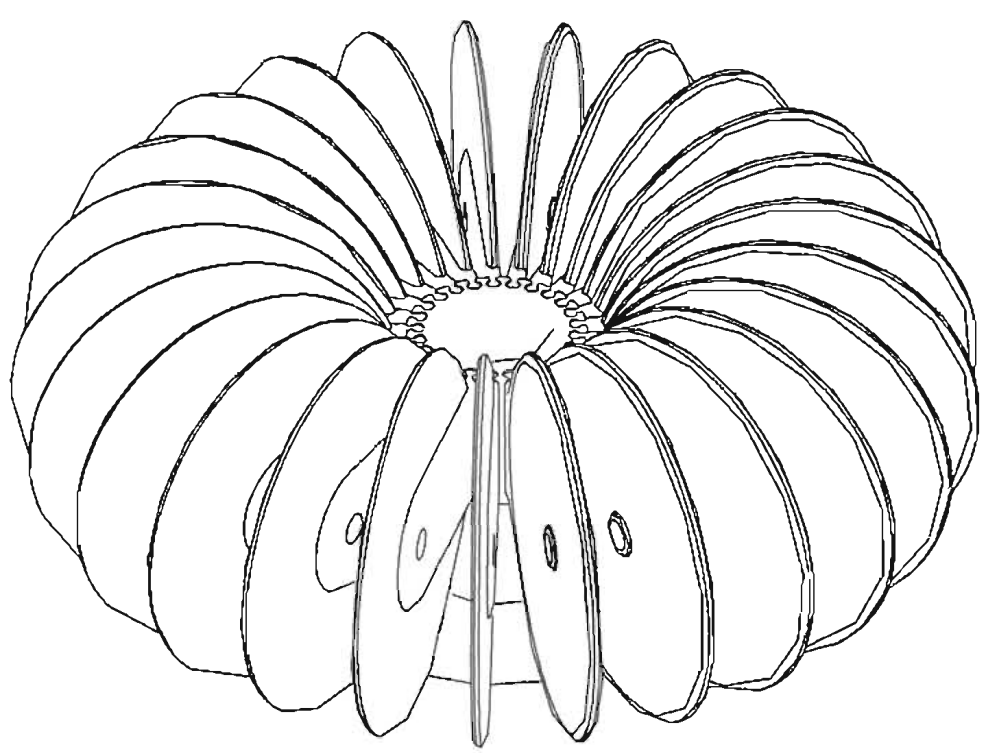
PLANOS POR PIEZA

Cotas mm	Plano 6/13
-------------	---------------


1

4

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma Revisado

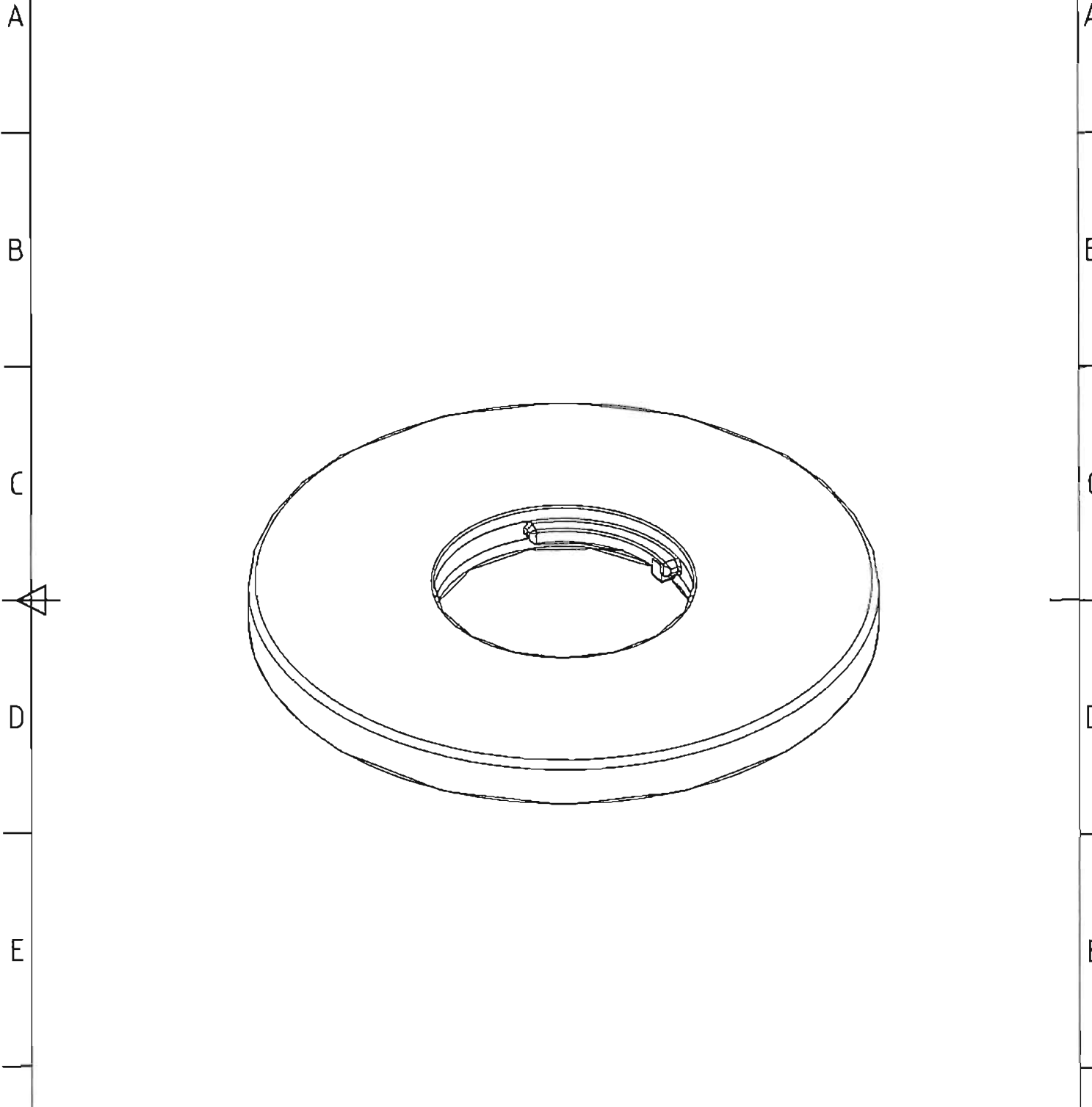


A
B
C
D
E
F

Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala SE
		RACK PARA CD'S			
			ISOMETRICO	Cotas mm	Plano 7/13

1										4
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma
			Revisado



Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala 1:1
--------------------------------	--------------	----------------------	---------------------------------	---------------------	---------------



CIDI - UNAM

BASE

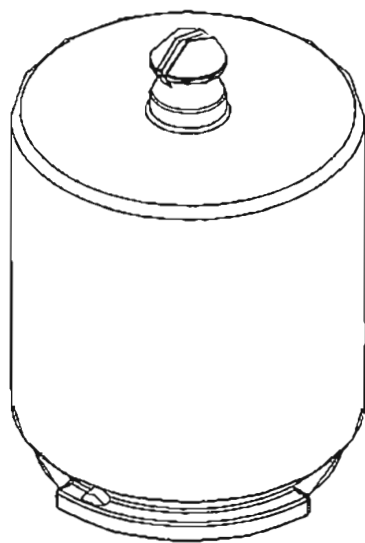
ISOMETRICO

Cotas
mm
Plano
8/13


1								4
---	--	--	--	--	--	--	--	---

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma

A
B
C
D
E
F



Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala 1:1
--------------------------------	--------------	----------------------	---------------------------------	---------------------	---------------

	CIDI - UNAM	POSTE		
		ISOMETRICO	Cotas mm	Plano 9/13

1												4
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

1

2

3

4

Nº Rev	Nota de revisión		Fecha	Firma	Revisado
--------	------------------	--	-------	-------	----------

A

A

B

B

C

C

D

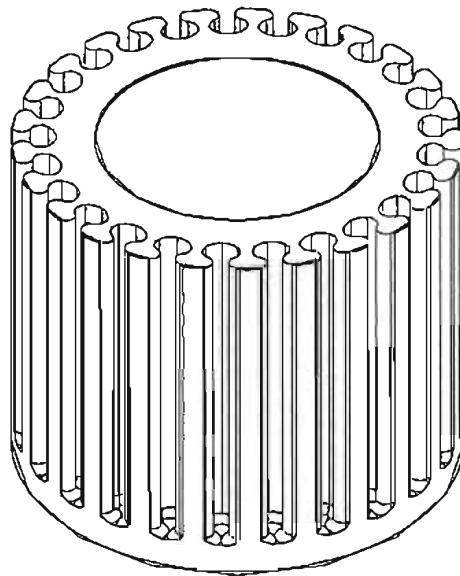
D

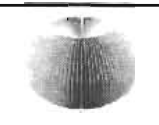
E

E

F

F

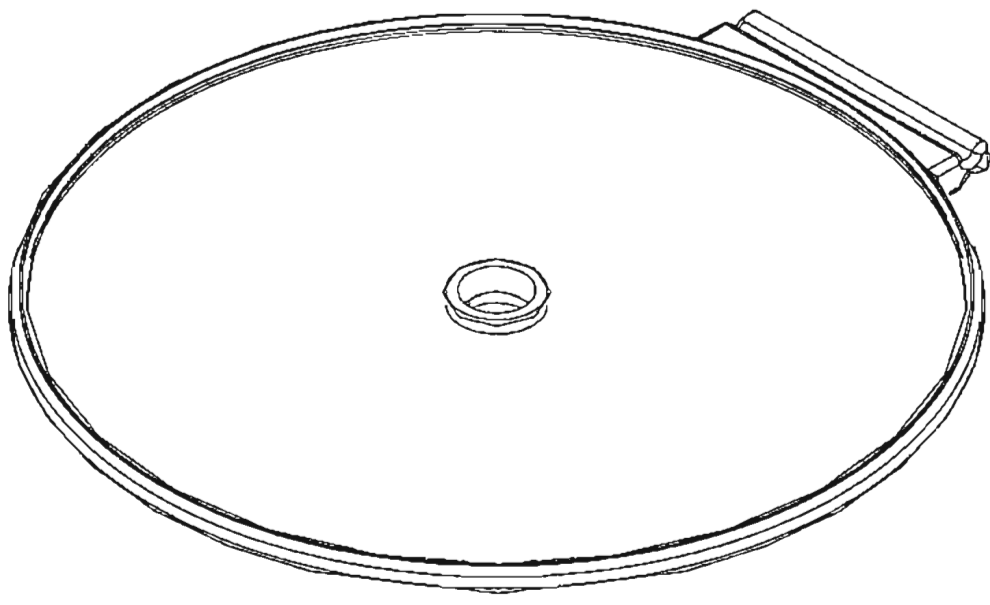


Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala 1:1
 <p>CIDI - UNAM</p>		<p>SOPORTE</p> <p>ISOMETRICO</p> <p>Cotas mm</p> <p>Plano 10/13</p>			

1

4

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma
			Revisado



A
B
C
D
E
F

Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala 1:1
--------------------------------	--------------	----------------------	---------------------------------	---------------------	---------------



CIDI - UNAM

FUNDA

ISOMETRICO

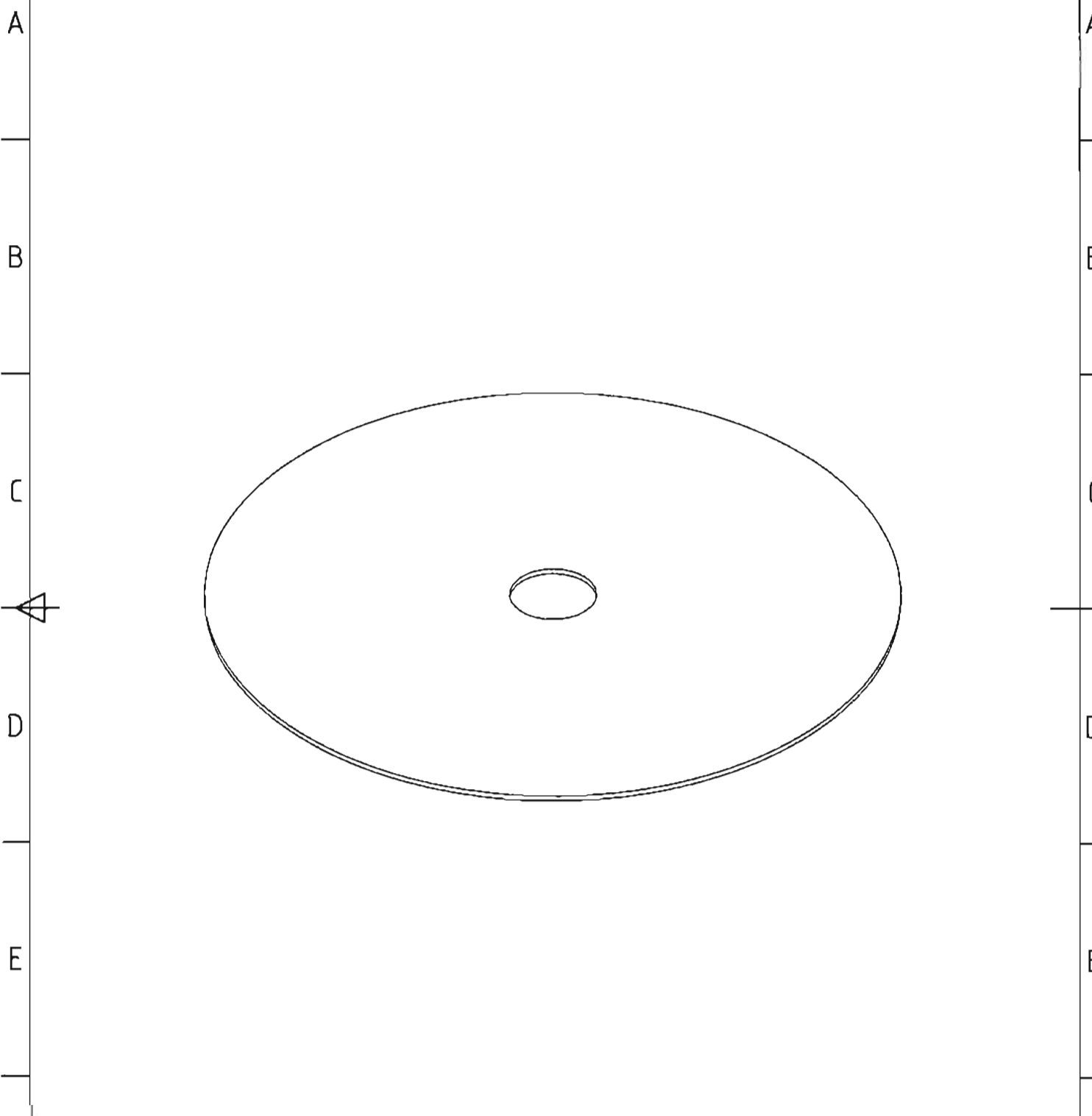
Cotas
mm

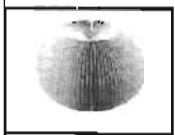
Plano
11/13

1

4

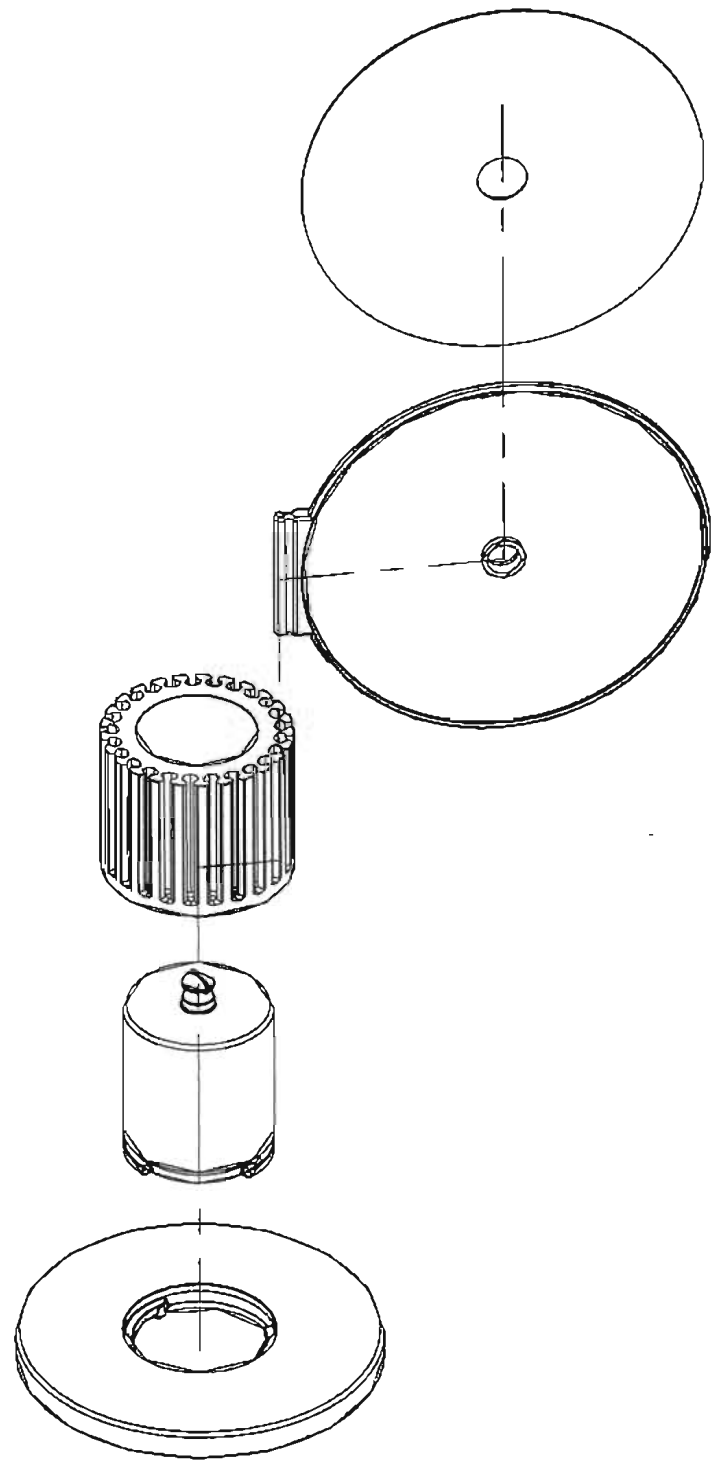
1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma Revisado




Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala 1:1
			CD		
			ISOMETRICO	Cotas mm	Plano 12/13

1										4
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

1	2	3	4
Nº Rev	Nota de revisión	Fecha	Firma Revisado



A
B
C
D
E

Dibujado por LUIS A BAROJAS	Revisado por	Aprobado por - fecha	Nombre de archivo CDrack.dwg	Fecha 02/08/2005	Escala SE
 CIDI - UNAM		RACK PARA CD's			
DESPIECE ISOMETRICO			Cotas mm	Plano 13/13	

F

