

5  
2ej



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Arquitectura

Centro de Investigaciones de Diseño Industrial



Tesis Profesional

Apoyo Anatómico para Médico Cirujano

que para obtener el Título de Licenciado en Diseño Industrial  
presenta

Adrián Caballero Sandoval

con la dirección de D. I. Carlos Soto Curiel

y la asesoría de

D. I. Cristina Jaber	D. I. Mauricio Moysén	D. I. Marta Ruiz
D. I. Jorge Acosta	Ing. José Valencia	Dr. Jorge Vázquez
Dr. Misael Caballero	Dr. Juan Ramón Bonfil	Dr. Pedro LópezCueto
Dr. Alejandro LópezCueto	Ing. Adalberto Posas	C. P. Martín Rodríguez

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1996

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



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**

Coordinador de Exámenes Profesionales de la  
 Facultad de Arquitectura, UNAM  
**PRESENTE**

EP 01 Certificado de Aprobación de  
 Impreso

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

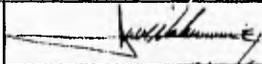
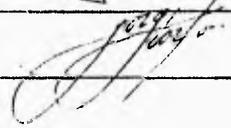
NOMBRE CABALLERO SANDOVAL ADRIAN No. DE CUENTA 9051887-4

NOMBRE DE LA TESIS Apoyo anatómico para médico cirujano

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 199	a las	hrs.
--	----	--------	-------	------

ATENTAMENTE  
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
 Ciudad Universitaria, D.F. a 9 Julio 1996

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE DI CARLOS SOTO CURIEL	
VOCAL DI MAURICIO MOYSSEN CHAVEZ	
SECRETARIO DI MARTA RUIZ GARCIA	
PRIMER SUPLENTE ING JOSE VALENCIA CASTREJON	
SEGUNDO SUPLENTE DI JORGE ACOSTA ALVAREZ	

## CONTENIDO

Semblanza

Prólogo

Introducción 01

Objetivo general

Objetivos particulares

I Investigación 07

1.1 Métodos de investigación 07

1.1.1 Entrevista personal con médicos 08

1.1.2 Visita a cirujías 08

1.1.3 Consulta bibliográfica 08

1.1.4 Estudio de mercado 09

1.2 Resultados de la investigación 09

1.2.1 Consulta bibliográfica 09

a) Cansancio 10

b) Biomecánica de la columna vertebral 10

c) Biomecánica de la rodilla 12

d) Área de quirófanos en el hospital 13

Conceptos y zonas de restricción

Mobiliarlo

Conducto en el campo estéril



apoyo anatómico para médico cirujano

	e) Estudio de mercado	19
	Primer estudio de mercado	
	Segundo estudio de mercado	
II	Perfil del producto	33
	2.1 Usuario	33
	2.2 Antecedentes en la solución	34
	2.3 Consecuencias	35
	2.4 Aspectos funcional-ergonómicos	35
	2.5 Aspectos ergonómicos	39
	2.6 Aspectos estéticos	41
III	Diseño	43
	3.1 Datos antropométricos	43
	3.1.1 Peso	44
	3.1.2 Estatura	44
	3.1.3 Altura del codo	45
	3.1.4 Altura de la ingle	45
	3.1.5 Mano	46
	3.1.6 Pié	46
	3.1.7 Anchura de hombros	47
	3.2 Consideraciones ergonómicas	47
	3.2.1 Altura de trabajo	47
	3.2.2 Psicología y Patología de la postura	48
	3.2.3 Diseño del espacio de trabajo	51



3.2.4	Fuerza y postura	52
3.2.5	Visión y postura de cabeza y cuello	53
3.2.6	Otras consideraciones	54
3.2.7	Banco de pruebas	56
3.3	Materiales	61
3.3.1	ABS	62
3.3.2	Acero Inoxidable	66
3.3.3	Aluminio	69
3.4	Procesos de fabricación y manufactura	70
3.4.1	ABS	70
3.4.2	Acero Inoxidable	72
3.4.3	Aluminio en fundición	72
3.4.4	Otras piezas	74
3.4.5	Ensamble	75
3.5	Memoria descriptiva	77
3.6	Planos	82
IV	Plan de negocios	85
4.1	Empresa	85
4.1.1	Introducción	86
4.1.2	Misión de la organización	86
4.1.3	Objetivos institucionales de la organización	87
	Objetivos sociales	
	Objetivos técnicos	



4.1.4	Objetivos específicos de las áreas funcionales de la organización	89
	Gerencia de mercadotecnia	
	Gerencia de compras	
	Gerencia de finanzas	
	Gerencia de recursos humanos	
4.1.5	Análisis del ambiente de la organización	93
4.1.6	Políticas de venta	94
4.1.7	Políticas de compra	94
4.1.8	Distribución	95
4.1.9	Publicidad	96
4.1.10	Promoción	97
	Estrategias	
	Técnicas	
4.1.11	Precio	98
4.2	Costos de producción	101
	Conclusiones	109
	Asesoría	113
	Bibliografía	115
	Agradecimientos	



# *Semblanza*

## SEMBLANZA

A fin de definir de manera somera el proyecto descrito en la totalidad del documento de tesis, comenzaremos por definirlo como Apoyo Anatómico para médico cirujano. Este artefacto resulta ser la respuesta del diseñador a un problema específico localizado en el campo de la salud.



apoyo anatómico para médico cirujano

Durante veinte o hasta treinta años en promedio, el médico cirujano realiza operaciones de entre 1, 2 ó hasta 4 ó 5 horas de duración, dos o tres veces al día en promedio, realizando su labor en posición erecta. La cirugía ambulatoria requiere de un amplio campo de acción por lo que el médico no tiene la posibilidad de utilizar un banco de reposo o similar que mitigue el cansancio acumulado tras cada intervención. Cansancio que podría incluso repercutir en su desempeño durante la operación. Otro factor importante es la postura incorrecta y vicios posturales que el médico adopta a fin de relajar músculos y redistribuir la sangre en las extremidades del cuerpo. Como se describe en este documento, a partir de una serie de entrevistas con médicos de distintas especialidades fue detectado este problema y el diseñador se dió a la tarea de buscar una solución factible de acuerdo con la situación social, cultural y económica que lo envolvían.

Apoyado básicamente en la asesoría de médicos involucrados en cirugía ambulatoria, se proyectó un apoyo que brinda soporte directo a la columna vertebral, copiando el perfil de la espalda humana. Para ello fue necesario invadir el campo de acción del médico cirujano, visitando, fotografiando y cuestionando durante las intervenciones quirúrgicas a fin de comprender tanto el actuar del médico como los objetos que lo rodean y los movimientos que realiza. Así mismo, fue necesario contar con una fuerte base de datos referentes al campo de la salud como la conducta a seguir en el campo estéril, las restricciones de uso de materiales dentro de quirófano, los aparatos y dimensiones del espacio físico. De igual forma, esta tesis está documentada con conceptos básicos de ergonomía y factores humanos como el diseño del espacio de trabajo, fuerza y postura para realizar distintas labores, línea de visión, antropometría básica; factores que intervienen en el diseño de un artefacto de esta naturaleza. En lo que a diseño se refiere, se buscó lograr un artefacto funcional y ergonómico, donde la estética pasa a segundo término, resultando así funcionalista, respondiendo a las necesidades básicas de apoyo y soporte de quien debe realizar una labor continua en posición erecta. Durante el proceso de desarrollo del diseño, fueron fabricados dos prototipos distintos al aquí presentado, prototipos en los que se experimentó *in vitro* antes de llevarlos a quirófano; de estos se obtuvo valiosa información acerca de cargas, esfuerzos, materiales y procesos para

apoyo anatómico para médico cirujano

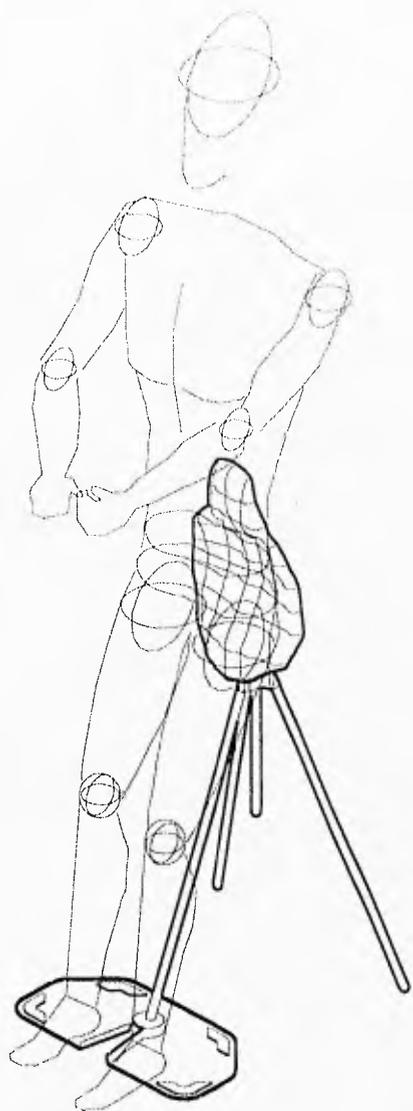


llegar al nuevo diseño. Los procesos de fabricación y manufactura resultan de un estudio que permitiera la fácil y rápida maquila total del aparato en prácticamente cualquier taller de manufactura de nuestra ciudad. Es así que los procesos utilizados resultan ser los más económicos frente a otras opciones de mayor tecnología y costos. En el diseño se utilizan básicamente piezas de acero inoxidable, aluminio y ABS. Esta solución de bajos costos y mínimos procesos responde a la situación social y económica por la que pasa nuestro país en la actualidad. El diseño busca sanar una necesidad específica en el campo de la salud, sin embargo resultaría inválida o incluso utópica presentarla en el mercado con costos que nuestras instituciones públicas de salud no podrían salvar; es por esto que como parte del paquete integral de esta tesis, se presenta un plan de negocios con el objeto de crear una nueva empresa y así, comercializar este nuevo producto y otros ya existentes, siendo de esta forma, trampolín del Apoyo Anatómico y nicho de nuevos y mejores satisfactores en el campo de la salud. Dicho plan de negocios define objetivos institucionales y técnicos, describe funciones para cada una de las cuatro áreas funcionales, define estrategias de venta, compra, publicidad, comercialización y distribución para el Apoyo Anatómico. Así mismo, define la dirección del mercado para nuestro producto, que es en primer lugar, las instituciones públicas y privadas de salud y, en segundo término, al médico cirujano descrito como persona física con actividad profesional definida. Incluso define el precio al público del Apoyo Anatómico, de acuerdo a un estudio de mercado realizado en el sector definido de la población médica. De acuerdo a estos estudios, el apoyo anatómico tendrá un precio de \$ 1 408.00 M. N., estimando un volumen de venta de 1500 unidades en un plazo no mayor a 12 meses en el Distrito Federal y área metropolitana. En lo que a patentes se refiere, no existe en nuestro país registro de algún aparato con las características que el aquí presentado, a pesar de que existen algunas soluciones básicas e incompletas al problema definido con anterioridad.

Esta necesidad de crear nuevos satisfactores, generar empleos, fomentar de alguna forma la reactivación de nuestra economía, es resultado de la inquietud del diseñador que pretende crear empresa.



apoyo anatómico para médico cirujano



# Prólogo

## PRÓLOGO

Son tiempos de cambio para el diseño Industrial mexicano, porque son tiempos de cambio para todo el país. La Universidad Nacional tiene el compromiso y la obligación de percibir los grandes cambios en la sociedad y adelantarse a ellos para formar a la gente que proclamará y vivirá las nuevas situaciones y construirá el siguiente paso en la evolución nacional.



apoyo anatómico para médico cirujano

Quinientos egresados titulados del Centro de Investigaciones de Diseño Industrial dan fe de la alta calidad y el nivel del compromiso con que sus integrantes participan no sólo dentro de sus aulas y sus talleres, sino en la planta productiva ya en la vida profesional.

No parecen tan lejanos los días en que los primeros egresados abrían brechas para la difusión de sus propias capacidades y su propio entusiasmo por servir a la industria nacional. Sin embargo, mucho ha pasado desde entonces. De tres instituciones que impartían la carrera en esos años, a más de veinte en nuestros días, en un país en el que el papel preponderante en la economía no lo tiene la fabricación industrial.

Todo ello, más los cambios en el enfoque financiero, comercial, político y social que ha ido sufriendo el país desde los años 70, nos ha obligado a esforzarnos siempre para modificar a lo interno las formas de impartir clase, los contenidos de las asignaturas, el enfoque hacia un manejo más adecuado de las nuevas tecnologías, y las herramientas intelectuales con que deben contar los diseñadores del CIDI, para mantener a la institución como la punta de lanza en el desarrollo de la profesión a nivel nacional.

A raíz de los cambios en la economía y las tendencias hacia la globalización del diseño, la producción y el intercambio de los bienes de consumo duradero, cuyo clímax está llegando para México con la firma de diversos tratados de libre comercio, hemos tenido que reaprender a formar a nuestros alumnos, a hacer más y mayores esfuerzos para desarrollar en ellos las habilidades manuales y de expresión con que cuentan, para desarrollar sus capacidades y dotarlos de los conocimientos mínimos suficientes y la herramientas para acrecentarlos.

Parte de esos cambios son las tres alternativas de perfil terminal a que puede apegarse cada alumno al acercarse al final de su carrera y desarrollar su proyecto de tesis profesional. El pasante tiene los elementos para poder visualizar sus preferencias para su desarrollo personal futuro y decidir a qué tipo de actividad le interesaría dedicarse: a la actividad de diseñador

apoyo anatómico para médico cirujano



proyectista, dentro del equipo de una compañía establecida, a dar servicios de consultoría externa desde una oficina o un despacho propios, o finalmente si prefiere diseñar, fabricar e inclusive comercializar sus propios productos.

El hablar de estas tres actividades para un futuro diseñador industrial supone la incorporación de nuevas asignaturas obligatorias u optativas para los alumnos, de acuerdo a tales perfiles. Implica para todos ellos adentrarse en mayor o menor grado en cuestiones que hasta no hace mucho se consideraban ajenas al quehacer directo de un diseñador industrial, como son mercadotecnia, administración de empresas o de proyectos, o planeación estratégica de organizaciones.

El proyecto de Adrián Caballero es buen ejemplo de los alcances que se pueden tener cuando además de los planes y las facilidades que la Institución está en condiciones de dar, el alumno contribuye con su interés y su compromiso personales y con la Institución para participar en una nueva etapa dentro del devenir de la profesión.

Es buen ejemplo no únicamente como conclusión de una brillante carrera en los cinco años de su formación, sino porque toma los nuevos conceptos propuestos por el Centro y los desarrolla a niveles que realmente deben servir como guía para quienes vienen detrás suyo, y aún para los que tenemos la responsabilidad de formarlos.

El planteamiento de creación de una empresa para fabricar el apoyo tema de este trabajo representa un esfuerzo real por entender al diseño industrial como parte del proceso mayor que implica la proyección, la producción y la comercialización de los objetos que nos rodean y que nos sirven.

El objeto en sí no se olvida por atender estos aspectos de atención novedosa para el diseñador; al contrario, es precisamente debido al nivel de solución alcanzado que se puede hacer el ejercicio de proponer una manera de producirlo. Si el apoyo tuviera carencias en cuanto a procesos de fabricación o dudas en cuanto a qué materiales son los adecuados, o



apoyo anatómico para médico cirujano

aún si no estuvieran resueltos a fondo los aspectos de ergonomía o de estética, no existirían las bases para proponer el aparato necesario para su producción en serie.

Todo lo cual nos remite al principio de estas líneas: El diseñador industrial egresado de la Facultad de Arquitectura de la UNAM está en condiciones de responder a las nuevas reglas que imponen los cambios sociales y económicos nacionales y globales. El egresado del CIDI cuenta con las habilidades, los conocimientos, pero sobre todo el entusiasmo y el compromiso para hacer que sus propuestas de objetos de consumo masivo sirvan para mejorar las condiciones de vida del ser humano, el eje central de su actividad, ya sea que éste a su vez sirva a otros seres humanos, como es el caso de este proyecto, o que sea un usuario final del producto, pues como se ve con el asiento desarrollado aquí, muchas veces se juega un doble papel como servidor y usuario.

Adrián Caballero tiene conciencia de que no sólo somos fabricantes o diseñadores, sino que también somos consumidores y usuarios de los objetos que nosotros mismos u otras personas generamos para satisfacer nuestras necesidades de servicio. Esta conciencia deriva de la personalidad y la voluntad de servicio de Adrián, pero es justo recalcar también que es una de las características comunes de los egresados del CIDI: su responsabilidad ante lo que proponen y desarrollan y de frente a los usuarios de los objetos.

El asiento que se nos presenta aquí corona los esfuerzos personales del titulado número quinientos de nuestra Institución, pero simultáneamente establece una marca muy importante, que debe servir de estímulo para un Centro de Investigaciones que con ejemplos como éste reafirma un compromiso de trabajo diario hacia niveles más altos de calidad y de servicio.

D. I. Mauricio Moyssén Chávez

Coordinador General

Centro De Investigaciones de Diseño Industrial / UNAM

Agosto de 1996.

apoyo anatómico para médico cirujano



... a mi familia; por el gran regalo de la vida, por vivirla, por compartirla.

... a patricia; por los buenos y los malos momentos, por el tiempo que ha estado a mi lado.

... a fernanda, diego y patricio; por la vida que no han vivido, porque deseo compartirla con ellos.

# *Introducción*

## INTRODUCCIÓN

En una primera etapa en el desarrollo del Taller de Ejercicio Profesional se definió un área de trabajo en la cual se desarrollara un artefacto de Diseño Industrial factible de ser ubicado en nuestra sociedad y satisfacer una necesidad específica.



apoyo anatómico para médico cirujano 1

Una vez seleccionado el campo de la salud por los motivos mencionados en el capítulo anterior, en una segunda etapa fue necesario analizar los problemas de esta amplia disciplina, para así seleccionar uno de ellos y definir una solución factible e integral a la necesidad ubicada con anterioridad. El artefacto diseñado y definido como Apoyo Anatómico para médico cirujano se describe en su totalidad en el presente documento.

A partir de una serie de entrevistas con médicos de distintas especialidades, fue detectado que :

- El médico cirujano ( y con especialidad en cirugía ) del grueso de las especialidades opera parado, a menos que se trate de cirugías especializadas y minuciosas, donde el campo quirúrgico es muy reducido. Todo tipo de cirugía ( generales y ambulatorias ), excluyendo las de alta especialización, exigen del médico un amplio campo de acción, lo que no les permite usar los bancos destinados a otro tipo de actividad o intervención quirúrgica.

Así mismo, se estima que :

- Una buena parte de la población médica sufre de lesiones ortopédicas por distintas causas, mismas que pueden ser progresivas y en mediano o largo plazo, degenerativas.

- El médico cirujano ejerce un promedio mínimo de 30 años, durante los cuales opera aproximadamente de 5 a 7 veces por semana dependiendo de su especialidad. A este respecto, las lesiones de tipo dorso-lumbar y otras más provocadas por defectos posturales deben ser tratadas mayormente con ejercicio y en ocasiones aparatos ortopédicos. Sin embargo, si el médico cirujano contara con un apoyo que obstaculizara la progresión de sus afecciones, el intervenir quirúrgicamente no representaría un riesgo para su salud, ortopédicamente hablando.

2 apoyo anatómico para médico cirujano



- Que un buen porcentaje de la población médica sufre de cansancio provocado por la insuficiencia vascular y un éstasis venoso, es decir, que la sangre no fluye de manera efectiva, estancándose en este caso, en las extremidades inferiores y evitando una debida oxigenación en todo el cuerpo.

Este cansancio podría incluso representar un factor determinante en la efectividad de la intervención quirúrgica. Considerando que el médico cirujano se encuentra sometido a una serie de esfuerzos físicos y mentales durante 2, 3 o hasta 6 u 8 horas en cada intervención, debemos encontrar la manera de disminuir al máximo este cansancio y garantizar que éste no represente un peligro latente para la seguridad del intervenido, siendo este punto, el de mayor peso entre las directrices del diseño.

Por lo anteriormente expuesto, el diseñador industrial busca crear un apoyo que tenga como directrices :

- Permitir al médico cirujano realizar todos los movimientos necesarios sin obstaculizar su labor durante la intervención quirúrgica.

- Liberarlo en la medida de lo posible del cansancio que sufre durante una operación, brindándole una nueva opción.

- Permitirle mantener una postura erecta, evitando un factor negativo para la formación y/o desarrollo de defectos posturales y lesiones ortopédicas.

De acuerdo con lo definido hasta ahora, fueron jerarquizados los aspectos de diseño que debemos atacar.

Dada la naturaleza del artefacto que se diseña, en primer lugar se ataca la ergonomía, buscando proporcionar al usuario una herramienta verdaderamente funcional para seguir desarrollando su labor profesional; es así que la ergonomía y funcionamiento del producto van



apoyo anatómico para médico cirujano 3

de la mano; este producto no resultaría eficaz si no fuera resultado de un cuidadoso estudio del cuerpo humano y sus funciones, así como del médico cirujano y sus acciones.

En segundo lugar se ataca la producción, buscando la iteratividad del producto, eligiendo procesos de fabricación óptimos, disminuyendo costos y creando estrategias de venta y promoción del mismo.

Como tercer punto tenemos la función del producto, es decir, la manera en que ha sido resuelto el producto en cuanto a su desenvolvimiento como tal; cómo se ensambla, cómo se utiliza, si resultan adecuados los sistemas empleados y los materiales se comportan como se pretende.

Finalmente pero no menos importante, atacamos la estética, en un campo donde la apariencia física del producto pasará a segundo término, en tanto éste sea ergonómico, funcional.

Como parte introductoria a este documento, debo mencionar que obedeciendo a la situación económica actual de nuestro país y a inquietudes personales, esta tesis se presenta como un paquete tecnológico que pretende crear una empresa dedicada básicamente a subsanar los requerimientos del campo de la Medicina, distribuyendo material ya existente y a la vez, fungiendo como incubadora de nuevos productos para nuestros médicos, tales como el Apoyo Anatómico. Es por ello que se adjunta a este documento una planeación estratégica para la creación de esta empresa, definiendo funciones de cada una de las áreas funcionales de la misma, contemplando costos de distribución, publicidad, créditos y descuentos como se verá más adelante. Este trabajo responde básicamente a las inquietudes de lo que llamamos el perfil del diseñador fabricante.

4 a p o y o a n a t ó m i c o p a r a m é d i c o c i r u j a n o



## OBJETIVOS

### + Objetivo general

Crear un apoyo anatómico que le permita al médico cirujano realizar todos los movimientos necesarios sin obstaculizar su campo quirúrgico, que le libere en gran medida del cansancio que sufre durante una operación, que le permita mantener una postura erecta y no represente un factor negativo para la formación y/o desarrollo de defectos posturales y lesiones de tipo ortopédico.

### + Objetivos particulares

- Lograr la óptima solución ergonómica, propiciando la aceptación del nuevo producto por parte de la población médica.
- Crear una nueva cultura en el médico justificando la creación del nuevo apoyo para la cirugía.
- Mejorar el diseño de las anteriores soluciones a esta necesidad básica.
- Cumplir satisfactoriamente con las directrices ergonómicas, funcionales y estéticas ya definidas en este documento.
- Contextualizar el objeto dentro del medio para el cual fue destinado.
- Lograr una semiótica apropiada para el objeto nuevo que será ubicado en un medio claramente definido.



apoyo anatómico para médicos cirujanos

Capítulo I

# *Investigación*

INVESTIGACIÓN

## 1.1 Métodos de Investigación

Con el fin de poder definir el perfil formal, funcional y estético del producto a desarrollar, fue necesaria una serie de acciones de las cuales desembocara la información necesaria para el diseño del apoyo anatómico.

A continuación se describe una serie de estrategias para la obtención de información y así poder definir el perfil del producto..



apoyo anatómico para médico cirujano 7

### 1.1.1 Entrevista personal con médicos

Me refiero a una serie de pláticas realizadas con médicos de distintas especialidades con el fin de identificar primeramente una necesidad concreta. Una vez identificada la necesidad, resultó indispensable ubicar cuáles serían los pasos a seguir para el diseño; cuál es la real necesidad del producto, qué otros objetos existen satisfaciendo esta necesidad, qué tipo de especificaciones técnicas debe tener el objeto a diseñar, cuáles son las restricciones de diseño, etc.

### 1.1.2 Visita a cirugías

Se realizaron varias visitas a quirófanos con el fin de familiarizarse con todo lo que el apoyo anatómico tendría contacto. Fueron observados a detalle todos los movimientos que el médico cirujano realiza durante su intervención, así como delimitado el campo quirúrgico en el que opera. Durante estas visitas se consideró necesario fotografiar todo cuanto fuera de utilidad, desde la mesa de operación, el equipo quirúrgico, mesas y aparatos, desenvolvimiento del cirujano y su equipo, hasta los vicios posturales que el médico adopta. De esta manera es que se comenzó a contar con un archivo gráfico del lugar en el que será ubicado el objeto a diseñar.

### 1.1.3 Consulta bibliográfica

Resulta obvio que para diseñar un objeto en el que los aspectos ergonómicos y ortopédicos resultan un factor determinante para su efectiva función, se requiera de una amplia consulta bibliográfica. La síntesis de esta investigación se presenta más adelante.



Dado que el objeto a diseñar debe tener una serie de características que lo hagan funcional, y que en él intervienen factores ergonómicos, ortopédicos y fisiológicos, dividiremos este apunte en varios puntos tratados más adelante en este documento.

#### 1.1.4 Estudio de mercado

Durante la primera etapa del desarrollo del presente proyecto, se tomó una pequeña muestra de la población médica para realizar un primer cuestionario, tratando de encontrar necesidades y problemas esenciales durante una intervención quirúrgica. Para este efecto fue necesario entrevistar única y exclusivamente a médicos residentes o titulados de especialidad que intervinieran en un quirófano.

En una segunda etapa, teniendo un mayor avance del artefacto diseñado, se realizó un nuevo estudio de mercado con la colaboración de un grupo de estudiantes del 8o. semestre de la Licenciatura de Administración de Empresas de la Facultad de Contaduría y Administración de la U. N. A. M., mismo que lanzó una serie de datos importantes en cuestiones de diseño y comercialización del producto.

### 1.2 Resultados de la Investigación

#### 1.2.1 Consulta bibliográfica

A continuación se presentan los resultados obtenidos tras una concluyente consulta bibliográfica, tratando de tocar todo punto referente al diseño del Apoyo Anatómico.



apoyo anatómico para médico cirujano 9

## a) Cansancio

El cansancio originado durante una intervención quirúrgica o en cualquier otra actividad es producto de diversas causas.

Para efectos de esta investigación, podemos decir que durante una intervención quirúrgica, se instala a nivel muscular una hipertonía es decir, que existen una serie de contracciones musculares, aumento del tono muscular a nivel lumbar y en las extremidades inferiores. Esta situación propicia la generación de ácido láctico, mismo que no permite que exista una debida oxigenación en los músculos que están interactuando en ese momento.

Sumado a esto, encontramos una situación de insuficiencia vascular provocada por un éstasis venoso en las extremidades inferiores, es decir que, un gran volumen sanguíneo se "estanca" en las extremidades inferiores a causa de la fuerza de gravedad y a la falta de movimiento, teniendo así, un deficiente bombeo de sangre a todo el cuerpo, facilitando la aparición del cansancio.

## b) Biomecánica de la columna vertebral

La función de la columna vertebral es sostener la parte superior del torso en varias posiciones, proporcionando suficiente flexibilidad para los movimientos del tronco y, al mismo tiempo, proteger la médula espinal de alguna lesión.

Las actividades de la vida cotidiana demandan movimientos complicados del tronco, tales como flexión y torsión, así como sostener cargas. Estas funciones deben realizarse con perfecto equilibrio, ya que una luxación vertebral siempre es incapacitante y puede resultar catastrófica. Los movimientos de la columna nunca son simples ni relajados, sino que son resultado de

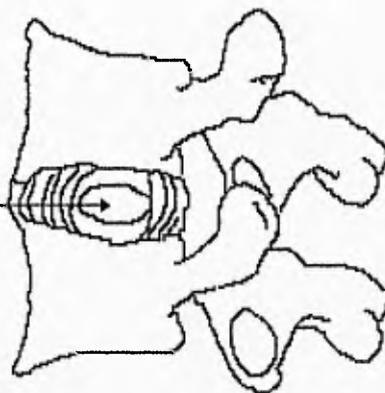


Interacciones altamente complicadas del esqueleto y los tejidos blandos, en armonía con la contracción muscular activa.

La columna vertebral se compone de una serie de segmentos óseos conectados entre sí por discos y ligamentos. La flexibilidad de esta barra de sostén se logra mediante desplazamientos pequeños de sus múltiples eslabones. Esta configuración tiene la ventaja de que sólo es necesario un movimiento pequeño de cada disco y ligamento, para producir un movimiento extenso con un amplio recorrido. El hecho de que existan segmentos múltiples relativamente inmóviles, en lugar de unas cuantas articulaciones de muy alta movilidad, produce una situación inherentemente estable.

Dado que las vértebras, los discos y cualquier otro objeto se comprime sólo cuando se le presiona, una deformación se produce únicamente cuando hay un esfuerzo.

Diferentes partes de una vértebra sometidas a la misma carga pueden soportar diferentes tipos de esfuerzos debido a su geometría estructural. Los tipos de esfuerzos que pueden desarrollarse en diferentes partes del segmento **disco-cuerpo vertebral**, pueden diferir también si la carga aplicada se coloca excéntricamente. Si la persona está de pie, la carga se localiza directamente sobre el disco y el cuerpo vertebral; cuando la persona se inclina hacia adelante, la carga es vertical y paralela a la interfase entre el cuerpo vertebral y el disco.



La compresión, la tensión y el esfuerzo cortante en forma aislada no son comunes en el esqueleto, y debido a las formas irregulares de las estructuras que soportan al cuerpo, las cargas aplicadas tienden a girar o flexionar al cuerpo, así como a comprimirlo, estirarlo o a producir esfuerzos cortantes. Tales cargas excéntricas tienden a flexionar la columna vertebral. La flexión implica esfuerzos de tensión y compresión simultáneos en diferentes partes del mismo cuerpo. Cuando la columna vertebral se flexiona en el lado posterior convexo, los ligamentos interespinosos, el ligamento amarillo y el ligamento longitudinal posterior se tensan, mientras que en el lado anterior cóncavo del disco, este mismo y el cuerpo vertebral se comprimen. La flexión por lo tanto, ha estirado el lado posterior convexo y comprimido el lado anterior cóncavo. En algún plano entre el lado cóncavo y el convexo, no existe ni estiramiento ni compresión, y como la longitud no varía, no hay deformación ni esfuerzo.

Las estructuras ligamentosas posteriores evitan los esfuerzos excesivos en las porciones anteriores del disco, así como las articulaciones facetarias generalmente evitan los esfuerzos cortantes excesivos del disco.

Las implicaciones de lo anterior con respecto al dolor son interesantes, ya que aunque el disco carece de inervación, los ligamentos y la cápsula de las facetas articulares están bien inervados, particularmente con receptores al estiramiento.

### c) Biomecánica de la rodilla

La rodilla transmite cargas, participa en el movimiento, ayuda en la conservación del momento. La rodilla humana, la más larga y posiblemente la más compleja articulación del cuerpo, es una doble estructura compuesta por la unión tibia-femoral y rótulo-femoral. El hecho de que la rodilla esté sujeta a grandes fuerzas y situada entre los dos segmentos más largos del cuerpo, la hacen particularmente sensible a lesión.



El rango de rotación se incrementa en la medida en que la rodilla es flexionada, alcanzando un máximo de 90° en flexión : con la rodilla en esta posición, la supinación alcanza rangos de 0° hasta 45° aproximadamente y en pronación, de 0° a 30°.

Debido a que cada órgano, cada músculo, cada articulación están dispuestos en el cuerpo humano para ser utilizados, su disfunción puede llegar a crear una hipertrofia. Así como la función crea al órgano, la disfunción de este órgano puede causar degeneraciones funcionales. A este respecto, en las ocasiones en que el individuo acostumbra sentarse sin apoyar los pies y sin ejercer presión en sus rodillas, es decir, con los pies " volando ", existe el riesgo de crear el llamado " Síndrome de hipertrofia rotularia ".

#### d) Área de quirófanos en el hospital

##### d.1) Conceptos y zonas de restricción

El diseño de salas de operaciones ha planteado un problema singular, puesto que se trata de una instalación que requiere de apoyo material complejo; circula en ella personal sano, enfermos, equipos, etc., y al mismo tiempo, se debe asegurar al máximo el aislamiento bacteriológico para impedir contaminaciones y transmisión de padecimientos.

La reunión del equipo de salud con los arquitectos, condujo al diseño de áreas específicas en los hospitales. Se le llama área de quirófano y en ella se albergan las salas de operaciones propiamente dichas y sus servicios colaterales.

Sin existir una regla precisa, esta zona se localiza en sitios de fácil acceso, pero siempre en posición terminal de circulación. Esto quiere decir que no debe haber tránsito para personas y equipos ajenos a su función de sala de operaciones.



apoyo anatómico para médico cirujano 13

Con fines de aislamiento bacteriológico, existen zonas de protección o restricción para impedir el acceso de fuentes de contaminación bacteriana.

#### d.1.1) Zona negra

La primera zona de restricción se llama zona negra y es una verdadera zona amortiguadora de protección.

Es el área de acceso, en ella se revisan las condiciones de preparación y presentación de los pacientes; se hace todo el trabajo administrativo relacionado y el personal se baña para cambiar su vestido por la ropa especial de uso en los quirófanos.

#### d.1.2) Zona gris

La segunda zona también es llamada zona limpia o zona gris; sus anexos son : central de equipos y esterilización, central de anestesia, laboratorio, rayos X de equipos portátiles, banco de sangre y lavabos para cirugía.

Se caracteriza esta zona por tener áreas de circulación amplias, por las que se lleva todo el material de uso corriente en las salas de operaciones y cuenta con circulación para salida de material utilizado que se elimina empacado en bolsas de polietileno por una salida separada.

En esta zona se preparan, esterilizan y almacenan los materiales de uso anestésico, quirúrgico y de apoyo.

#### d.1.3) Zona blanca

Es el área de mayor restricción, llamada también zona estéril, en la que se encuentra la sala de operaciones propiamente dicha.



## d.2) Sala de operaciones

Se han hecho numerosos diseños de sala de operaciones y parece ser que la forma cuadrangular es la más cómoda, versátil, menos costosa y adaptada al concepto de construcción modular.

Acerca de sus dimensiones hay controversia, pero se acepta que un área de 38 metros cuadrados es suficiente, excepto para algunos procedimientos especializados en los que se usa mucho equipo adicional y requiere superficies mayores.

### d.2.1) Paredes y techos

El interior de las salas también tiene algunas características : sus paredes y techos deben ser lisos; fácilmente lavables, sin brillo y sin colores fatigantes; si es posible deben ser absorbentes del sonido. Se acepta que el alto de la habitación sea de 3.3 m., para dar espacio a las complicadas lámparas de iluminación.

No se construyen repisas ni pisos salientes en los que se pueda albergar el polvo. Se construyen en general sin ventanas.

### d.2.2) Pisos

El piso debe ser resistente al agua y no conductor de la corriente, de preferencia de vinilo sólido, para evitar la acumulación de cargas estáticas en los muebles. Las esquinas y los bordes de los pisos se hacen redondeados para facilitar su aseo.



### d.2.3) Puertas

Son de tipo vaivén para poder abrirlas en los dos sentidos y lavar sus dos superficies, están provistas de una superficie con ventanilla y son de aproximadamente 1.50 m de ancho que permiten el paso holgado de una cama-camilla.

### d.2.4) Aire

El aire de la sala de operaciones requiere de manejo especial, según las reglas establecidas debe cambiarse hasta 25 veces por hora, sin embargo basta con cambiar el aire cada 10 minutos. Se recomienda que este sistema de cambio de aire asegure una presión ligeramente mayor dentro de la sala que en los pasillos, para evitar la entrada de polvo al abrir las puertas.

### d.2.5) Iluminación

La sala está alumbrada en forma difusa, con luz neón y plafones con difusores de prisma. La región anatómica que opera el cirujano, se ilumina con haces convergentes de intensidad de 200 a 300 bujías que parten de campanas móviles sujetas al techo o montadas en rieles. Los haces convergentes impiden la proyección de sombras. Para facilitar el manejo de las lámparas, éstas tienen mangos estériles que puede mover el grupo quirúrgico según sus necesidades.

## d.3) Mobiliario

### d.3.1) Mesa de operaciones

Metálica y de construcción sólida, con cubierta acolchada que permite la instalación de un individuo en decúbito. Se puede regular a diferentes alturas por un sistema hidráulico o mecánico que da numerosas posiciones.



#### d.3.2) Mesa auxiliar

Se ha llamado por su forma, mesa de riñón. Se usa para colocar en ella ropa y material que se requiere para el procedimiento quirúrgico. Las mesas auxiliares de forma rectangular se llaman mesas de Pasteur.

#### d.3.3) Mesa de mayo

Es una mesa de altura variable con una sola pata excéntrica. Se usa para colocar en ella los instrumentos que serán de uso inmediato.

#### d.3.4) Cubeta de patada

Cubeta en la que se dejan los materiales desechados durante la intervención. Toma este nombre por el hecho de manejarse con el pie.

#### d.3.5) Trípode

Sirve para colocar en él soluciones que se administran al paciente por vía intravenosa.

#### d.3.6) Banco de reposo

Banco tubular que puede ser elevado o deprimido por un mecanismo de tornillo. Se usan para que el anestesiólogo se mantenga a la altura de la cabeza de su paciente y para que en ciertos tipos de cirugía, el grupo que trabaja lo haga en posición sedente.



#### d.3.7) Banco de altura

Este banco, al igual que el banco de reposo, está conformado por una estructura tubular y su altura puede ser modificada con un mecanismo de tornillo; difiere del anterior en que presenta una base trípode con rodajas en sus extremos para facilitar el movimiento del mismo. Este banco se utiliza en ocasiones para hacer cómodo el trabajo del grupo, que generalmente no tiene la misma estatura o que requiere estar en posición más alta para dominar con la vista el campo en el que se opera. Por lo general encontraremos uno o dos de estos bancos en una sala de operaciones.

#### d.4) Conducta en el campo estéril

+ Se consideran superficie estéril el peto de la bata, las mangas desde los codos hasta el guante y los guantes mismos.

+ Otras áreas de la bata no se consideran estériles, sólo sirven como áreas amortiguadoras y pronto se contaminan, porque no pueden ser observadas y protegidas. Los hombros, el dorso y la falda de la bata hacen frecuentemente contacto con otros objetos no estériles y esto pasa inadvertido, o como sucede en el cuello, son pronto humedecidos por la transpiración.

+ La porción superior de las mesas con cubierta estéril y de la mesa de operaciones, son la superficie del campo en que se trabaja en condiciones de esterilidad, las otras zonas no se consideran estériles.

+ Los movimientos y contactos de todos los miembros del grupo solo pueden poner en contacto objetos estériles con objetos estériles.

+ Nunca se introducirá un objeto no estéril en las zonas definidas como estériles.



+ Los objetos estériles que hagan contacto con otros que no lo están, deben considerarse contaminados y desecharse del campo.

+ Las personas que visten bata y guantes estériles, al circular por la sala, deben pasar de frente uno a otro o espalda con espalda.

+ Las personas que no visten ropa estéril deben mantenerse a una distancia mínima de 50 cms. de toda persona u objeto que sí lo esté.

+ Las personas que no visten ropa estéril deben abstenerse de pasar entre dos personas u objetos que sí lo estén. ( 1 )

## e) Estudio de mercado

### primer estudio de mercado

En un primer cuestionario realizado a un pequeñísimo sector médico (17 cuestionarios ), se obtuvieron resultados válidos a la investigación como primer punto de partida, por lo que a continuación se presenta el cuestionario realizado y por cuestiones prácticas, acompañado del general de las diversas respuestas.

Este primer cuestionario se definió de la siguiente manera :

- + Fecha : X
- + Edad : X
- + Nombre : X
- + Sexo : X
- + Hospital : X

( 1 ) Educación Quirúrgica para el Estudiante de Ciencias de la Salud.



+ ¿ Cuántos años tiene usted ejerciendo la medicina ?

Entre 3 y 14 años de ejercicio profesional entre los encuestados.

+ ¿Cuál es su especialidad ?

Se encuestó a personas de distintas especialidades, siempre y cuando éstas involucraran la cirugía.

+ Cantidad promedio de operaciones que realiza a la semana :

Cada uno de los encuestados realiza en promedio 7 u 8 operaciones por semana.

+ Tiempo promedio estimado del ejercicio profesional como médico :

Este tiempo varía conforme a las aspiraciones personales de los encuestados, sin embargo se puede decir que existe un promedio de entre 30 y 35 años de ejercicio profesional.

+ A causa de las operaciones que usted ha realizado, ¿ sufre de lesiones profesionales ?

El total de los encuestados sufre de lesiones de este tipo.

+ ¿ De qué tipo ?

Este tipo de afecciones y lesiones pudieron ser contraídas incluso antes de iniciar el ejercicio médico, sin embargo resulta conveniente tomarlas en cuenta como factor negativo para su desarrollo profesional. Estas lesiones son :

Dorsolumbalgia, problemas a nivel dorsolumbar, hiperlordosis lumbar, cálculos en vías urinarias, escoliosis, problemas de disco a nivel lumbar, stress, insuficiencia venosa en las extremidades inferiores, úlceras gástricas, cefalea y cansancio.



+ El cansancio que usted sufre durante una operación, ¿podría repercutir en algún grado en la efectividad y desempeño de la misma?

El médico en general comenta que "casi siempre" existe el riesgo de que el cansancio resulte un factor negativo para la efectividad de la intervención.

+ ¿Qué tanta disposición al uso tendría usted hacia un artefacto que fuera un apoyo durante la operación y no representara un estorbo en su desempeño quirúrgico?

Haciendo un consenso general, existe una muy buena disposición al uso de este objeto que resultaría ser un apoyo anatómico durante la operación y no representara un estorbo para el desempeño médico.

+ ¿Por qué?

El general de los médicos responde que es necesario mitigar de alguna manera el cansancio que sufren durante una operación, que hay una imperante necesidad de resolver el problema físico.

¿Qué características físicas le gustaría que tuviera dicho artefacto?

Podemos resumir en:

- Apoyo en la región dorsolumbar.
- Móvil.
- Ligero.
- Que exista la posibilidad de apoyarse y separarse fácilmente.
- De alturas graduables.
- Que cuente con las características físicas para poder ser introducido a quirófano.



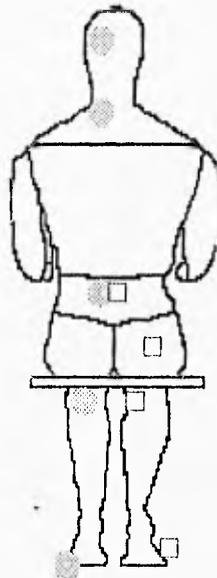
apoyo anatómico para médico cirujano 21

+ ¿ Qué recomendaría usted como médico para una persona que sufra las mismas lesiones que usted ?

Como es obvio, cada uno de ellos responde conforme a sus propias afecciones y acostumbrado ejercicio profesional, sin embargo, el común denominador es el evitar la causa que provoca el problema y la recomendación de ejercicio.

+ ¿ Piensa usted que seguir operando parado, represente un perjuicio para su salud personal ?  
El general de los médicos contestó positivamente.

A continuación, dentro del mismo cuestionario se insertó un esquema del cuerpo humano a fin de que marcaran las zonas lesionadas y las zonas donde se requería el apoyo.



Aquí se presenta uno de esos esquemas con el resultado de las encuestas realizadas. Se marca en color gris la zona de lesión, y en un cuadro la zona donde se requiere de apoyo.



## segundo estudio de mercado

Durante la segunda etapa de este desarrollo , se realizó un nuevo cuestionario junto con alumnos del 8º semestre de la Facultad de Contaduría y Administración.

### objetivos

El objetivo general de este nuevo estudio de mercado fue :

" Evaluar el nivel de aceptación que existe para el Apoyo Anatómico para cirujano dentro del mercado médico ".

Los objetivos específicos :

- Conocer la opinión de los médicos cirujanos acerca del diseño anatómico del producto y los beneficios que proporciona.
- Comprobar si los beneficios que otorga el producto se cumplen en su totalidad.
- Conocer la disponibilidad financiera por parte de la dirección para autorizar la compra del producto.

### metodología

1. De acuerdo con el tamaño de la muestra se seleccionaron 10 encuestadores capacitados para el manejo del cuestionario y producto que se pretende introducir al mercado.
2. Se les designó el mercado en el cual deberían levantar la encuesta, así como la cantidad de cuestionarios.
3. Para que la encuesta resultara válida, debieron cumplirse ciertos lineamientos :
  - Levantar todos los cuestionarios dentro del periodo de una semana a partir de la aprobación de dicho sondeo.



- Identificar al encuestado de acuerdo al perfil determinado y al mercado designado.
- Eliminar todo tipo de apreciación personal sobre las respuestas dadas por los encuestados.

perfil del encuestado

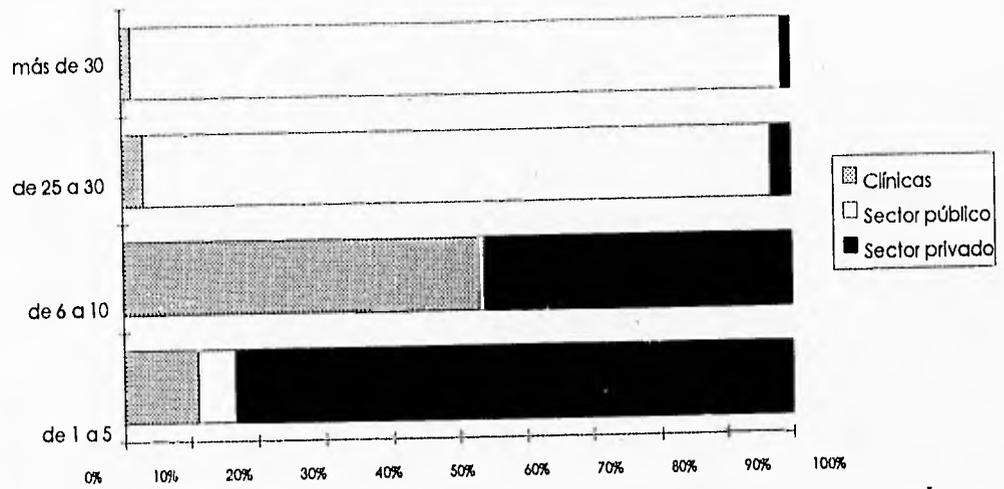
Se definió al encuestado como médico cirujano que presta su servicio en hospitales de salud ( privados, públicos y clínicas particulares ), así como a los directores de dichas clínicas y hospitales que se encuentren dentro del Distrito Federal y área metropolitana.

Total de encuestados	131	100.0%
En hospitales privados	65	50.0%
En hospitales públicos	39	30.0%
En clínicas particulares	26	20.0%

Con fines prácticos, los resultados de este nuevo cuestionario se presentan graficados a continuación.

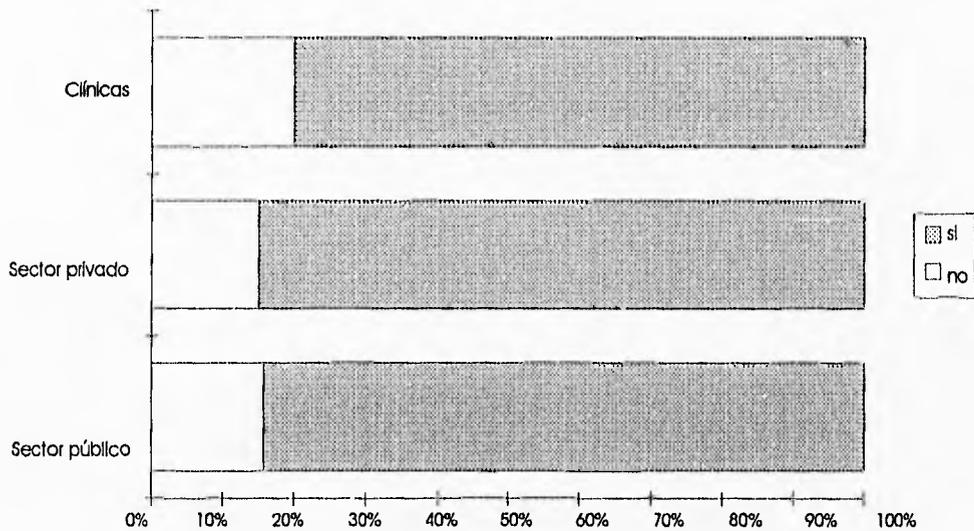


### Operaciones que realiza por semana



apoyo anatómico para médico cirujano 25

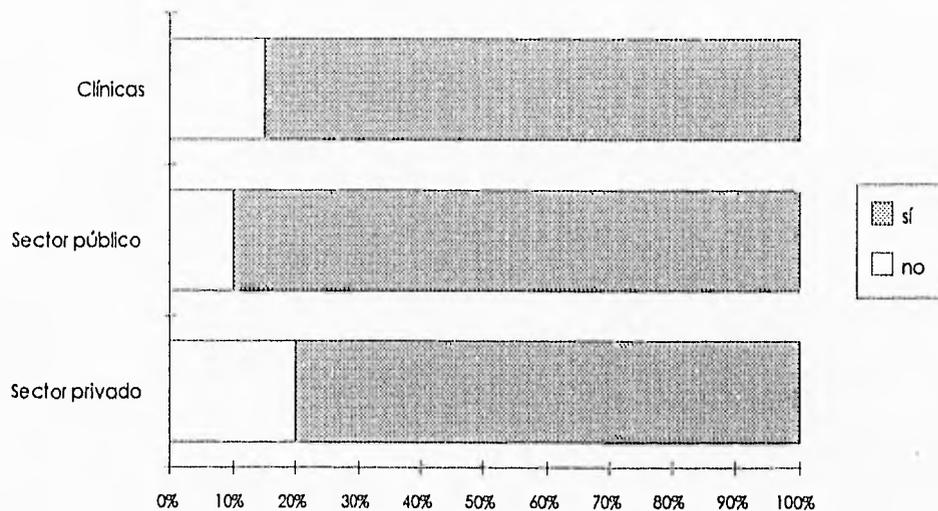
¿Repercute el cansancio en su desempeño durante la cirugía?



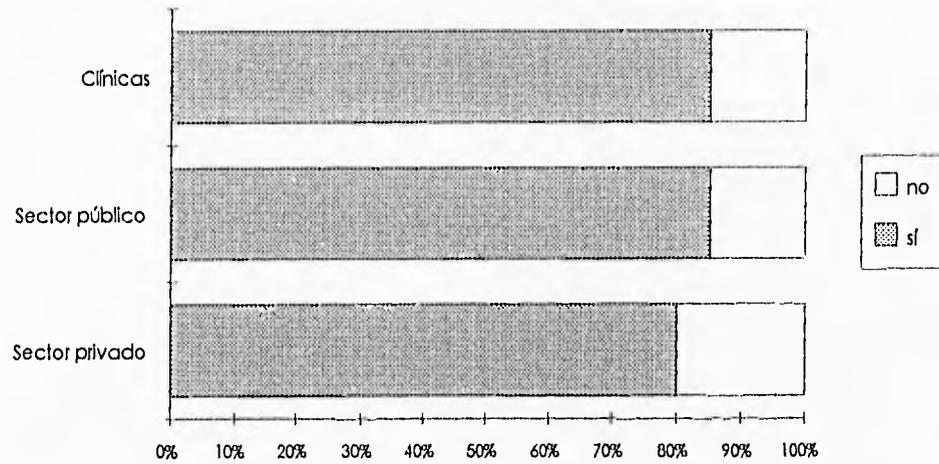
26 apoyo anatómico para médico cirujano



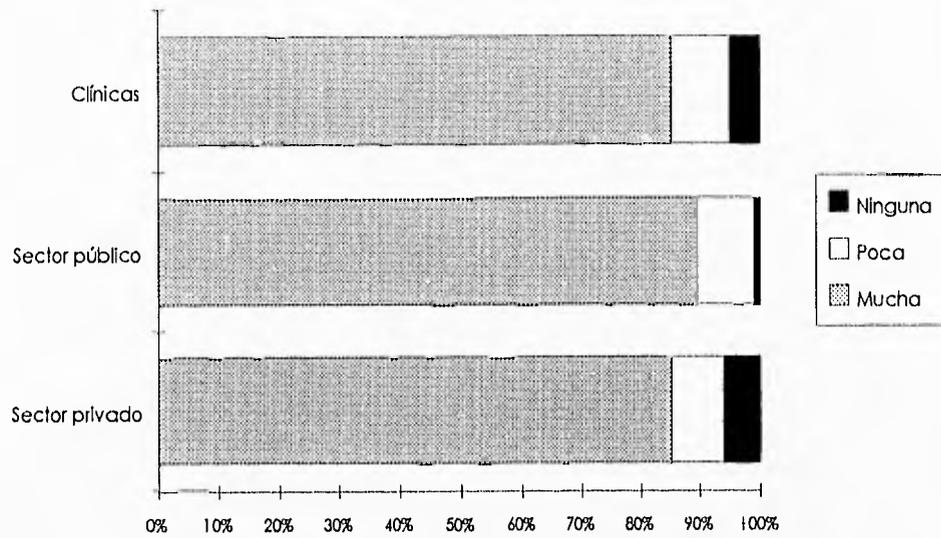
El seguir operando parado, ¿representa un perjuicio para su salud?



¿Considera necesaria la existencia de un apoyo anatómico para su desempeño como médico cirujano?

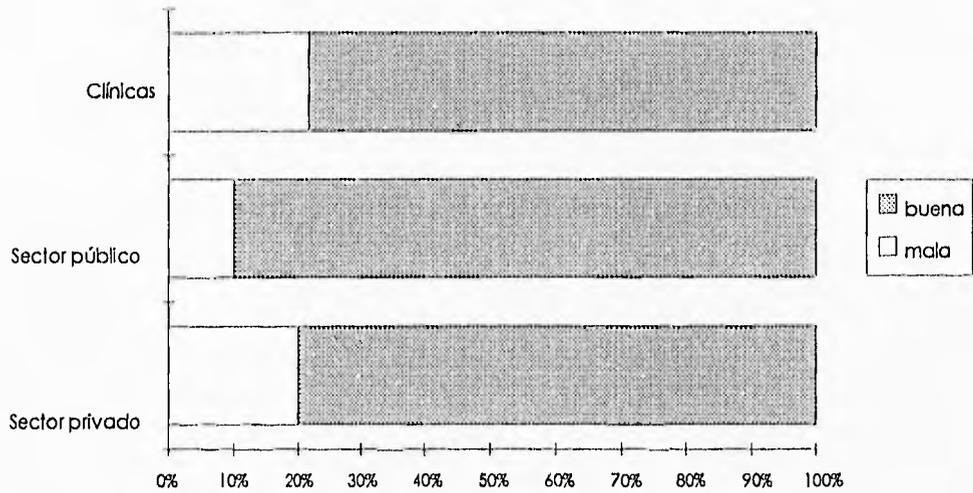


### Disposición al uso de un apoyo anatómico durante la operación



apoyo anatómico para médico cirujano 29

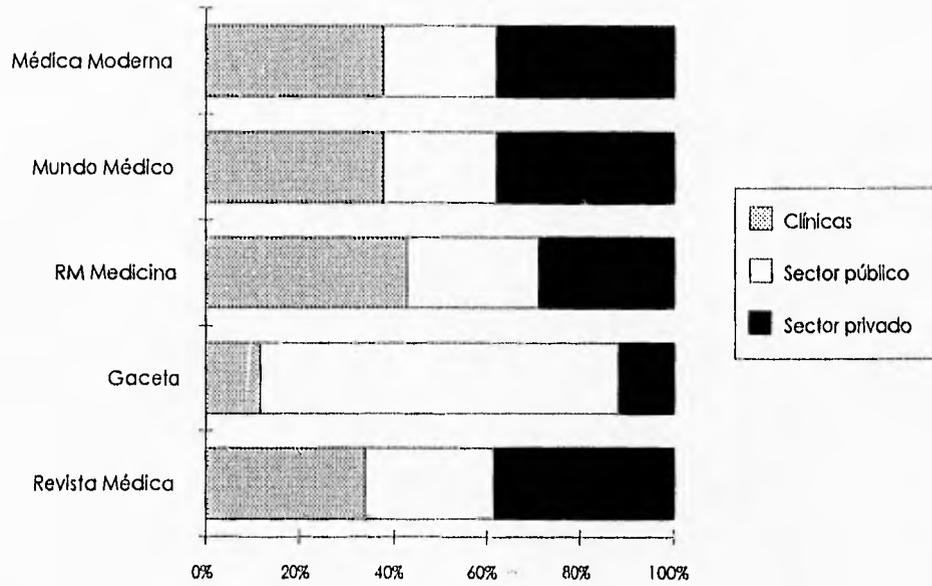
Disposición para adquirir un apoyo anatómico para ser usado durante sus intervenciones quirúrgicas



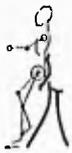
30 apoyo anatómico para médico cirujano



### Revista que consulta sobre innovaciones médicas



Nota : Esta encuesta graficada se anexa a las anteriores como parte de una estrategia de comercialización del producto.



Capítulo II

# *Perfil del producto*

PERFIL DEL PRODUCTO

## 2.1 Usuario

\*Definiremos al usuario como médico cirujano. Persona que en la mayoría de los casos es de sexo masculino y que a pesar de contar con una alimentación adecuada, sufre de alteraciones fisiológicas de diversos tipos, ya sea por su actividad, hábitos, etc. Se estima que el usuario al que se dirige el Apoyo Anatómico cuenta con un nivel socioeconómico medio



alto ( " Clase A-B ") y que su situación lo posibilita a adquirir este artefacto como persona física o recibirlo como una prestación o servicio de la institución donde trabaje.

Podemos considerar al Apoyo Anatómico como un producto nuevo. La innovación reviste una serie de factores importantes : por un lado, el médico sufre de una serie de alteraciones físicas durante su desempeño profesional por el hecho de operar parado, mismas que pueden resultar perjudiciales para el paciente en el caso en que el cansancio del cirujano pudiera repercutir en su propio desempeño. Por otro lado, la implementación de un apoyo anatómico para la operación dentro de quirófano, involucra la creación de una educación en el médico; la creación de una "nueva cultura" que indique al médico que el operar utilizando este nuevo artefacto repercutirá positivamente en el desenvolvimiento de la Intervención y en la propia salud del médico.

## 2.2 Antecedentes en la solución

Como ya ha sido mencionado anteriormente, el problema del médico que hace cirugía general y ambulatoria no ha sido resuelto. En caso de que este cirujano requiera de un asiento, el diseño acude con otros fines como el banco de altura o el banco de reposo, sin satisfacer por completo sus necesidades. Este tipo de asientos resultan insuficientes en los aspectos técnicos, ergonómicos y funcionales para la labor que el médico de cirugía ambulatoria realiza.

Atacando específicamente las necesidades del médico cirujano de Intervención general y/o ambulatoria es que se ha pensado en el desarrollo del Apoyo Anatómico.

En este tipo de cirugías, el médico no puede estar sentado, en ocasiones necesita ejercer fuerza física y requiere de un amplio campo de acción, por lo que se puede asegurar que los asientos existentes en un quirófano ( banco de reposo y banco de altura ), de ninguna manera solucionan el problema funcional y físico del médico. A este respecto, debe ser mencionada



la existencia de un producto llamado " sit-up ", lanzado a principios de 1993 y que pretende subsanar el cansancio del médico durante una intervención quirúrgica, resultando un producto con el mismo carácter que el aquí presentado, sin embargo, no parece cubrir las especificaciones necesarias pues consiste en una ligera estructura tubular que soporta un pequeño asiento horizontal, o sea que el médico deberá estar sentado al utilizarlo. Es ahí donde se hace notar la divergencia, puesto que el apoyo aquí propuesto no pretende que el médico intervenga sentado sino en posición sedente. Es importante hacer notar que este artefacto ya lanzado al mercado tuvo una vida comercial corta, desapareciendo del mismo a los pocos meses.

### 2.3 Consecuencias

Pensando en que este apoyo anatómico jamás fuera diseñado, el riesgo de que la efectividad de la intervención quirúrgica no fuera óptima seguiría latente en cada una de ellas; el cirujano seguiría sufriendo de cansancio en el mismo grado, cansancio provocado por el stress, éstasis venoso, etc.; posiblemente la salud del operado estaría en mayor riesgo tras cada operación dependiendo de la integridad física que el médico cirujano presentara.

### 2.4 Aspectos funcional-ergonómicos

+ El apoyo debe contar con una base.

Esta base fungirá como estructura principal del apoyo anatómico.

+ La base debe ser segura y firme.

La base deberá ser trípode en su parte inferior para brindar mayor estabilidad como objeto al usuario.



En su parte media y superior deberá ser esbelta sin perder firmeza, a fin de que no represente un estorbo para los movimientos de las extremidades inferiores del médico.

+ El apoyo directo al piso debe ser seguro.

Cada uno de los puntos que apoye en el piso deberá asentar perfectamente a fin de tener un firme apoyo en el piso del quirófano, mismo que está cubierto por vinilo sólido antiestático. Debemos tomar en cuenta que el artefacto tendrá una única posición en el piso.

+ La base debe ser lo más pequeña posible.

Es decir que, el perímetro que defina el trípode de la base debe ser lo más pequeño posible sin perder la estabilidad para evitar que ésta represente un estorbo durante su uso y guardado o almacenado.

+ El apoyo a glúteos y región dorsolumbar debe ser de altura graduable.

Debido a que la población médica es de estatura variable y que las circunstancias de algunas intervenciones exigen mesas más altas o bajas, el apoyo a glúteos debe poder ser graduado a la altura deseada por el médico.

+ El apoyo a glúteos y región dorsolumbar debe ser únicamente el necesario.

Tomando en cuenta que no existe una complexión física determinada en el médico, se pretende crear un apoyo lo más pequeño posible, sin perder su principal característica de soporte, a fin de satisfacer el mismo requerimiento con la menor área posible.

+ El apoyo a glúteos debe permitir un libre movimiento de las extremidades inferiores.

Contando con una pequeña área de apoyo, debemos permitir que el médico tenga libre movimiento en las extremidades inferiores; esto debido a que como ya ha sido mencionado, durante la intervención quirúrgica, el médico necesita adoptar distintas posiciones en el mismo sitio.



+ El apoyo dorsolumbar debe ser cómodo.

Se requiere de un dispositivo que mantenga la columna erecta durante toda la operación, obstaculizando la progresión del cansancio, es así que se proyecta un apoyo dorsolumbar, evitando invadir la zona de esterilidad. Para lograr que este apoyo dorsolumbar sea cómodo, debe ser diseñado copiando la natural curvatura de la columna vertebral en el segmento señalado.

+ El Apoyo Anatómico en general debe ser limpio.

Debido a que se encontrará en la zona blanca, dentro de la sala de operaciones, debe estar siempre limpio para funcionar correctamente. Este se encontrará en una zona estéril sin estar en contacto directo con el intervenido, sin embargo, debe ser limpio. Para este efecto, el diseño debe evitar el uso de aristas y rincones donde se pueda acumular el polvo, como se hace en todo el mobiliario de quirófano.

+ La estructura del apoyo debe ser fácilmente lavable.

Esto debido a que cada determinado periodo de tiempo necesitará de una limpieza general.

+ La estructura del apoyo anatómico debe evitar la corrosión.

Es decir que, se debe utilizar en la casi totalidad de su fabricación, acero inoxidable y/o aluminio, permitiendo el uso de otros materiales o procesos de transformación siempre y cuando su naturaleza o acabado no permita la corrosión.

+ La estructura del apoyo anatómico debe ser ligera.

Con el fin de poder ser transportado fácilmente ya sea de la zona de lavado al quirófano, de sala a sala, o que el médico necesite que una persona de su equipo médico lo mueva momentáneamente.

+ Se debe evitar el uso de colores fatigantes.



Más que como una cuestión estética, el color debe ser cuidado como cuestión funcional para evitar distracciones en el médico y su equipo, reacciones negativas en la percepción y respuesta del médico. En caso de utilizar color en las piezas que no sean de acero inoxidable o aluminio, este debe ser lo más aproximado al usado en las paredes y techos de los quirófanos, así como en los aparatos y mobiliario en general. Deberán ser colores fríos, pálidos y de limpia sensación.

+ La estructura en general debe permitir el apoyo de los pies en el piso.

Es decir, que el médico no se sentará en lo que hemos denominado apoyo a glúteos, sino que estará en postura sedente, recargado en el apoyo para operar, teniendo la posibilidad de pararse fácilmente sin mayor esfuerzo y poder así realizar otras maniobras durante la intervención.

+ El apoyo anatómico debe ser versátil.

Es decir, que pueda ser utilizado por cualquier persona dentro del quirófano, ya sea el médico cirujano, equipo de apoyo, el instrumentista, etc.

+ El apoyo anatómico debe ser resistente.

Con el objeto de tener una larga vida útil, el diseño deberá contemplar que el médico como particular solo tendrá que adquirir un solo apoyo durante un largo periodo de tiempo y que la inversión de una Institución médica sea a largo plazo.

+ El apoyo anatómico para cirujano debe ser cómodo y evitar el cansancio al máximo.

+ El apoyo anatómico debe evitar el uso de texturas por cuestiones de limpieza.



## 2.5 Aspectos ergonómicos

Como se verá a continuación, varios de los aspectos tomados como funcional-ergonómicos son al mismo tiempo puramente ergonómicos debido a que la verdadera función del objeto a diseñar es evitar al máximo el cansancio que sufre el cirujano durante la operación y la progresión de afecciones a nivel columna, involucrando aspectos ergonómicos y biomecánicos. Por lo anterior, algunos de los puntos que a continuación se enumeran, ya no requieren explicación.

+ La base estructural del apoyo anatómico debe ser lo más pequeña posible.

Esto para facilitar el libre movimiento de las extremidades inferiores del usuario.

+ El apoyo a glúteos debe ser de altura graduable.

Con el fin de que cada usuario, pueda adaptarlo a su propia estatura.

+ El apoyo a glúteos debe ser lo más pequeño posible, sin perder su principal función, ser un apoyo cómodo.

+ El apoyo dorsolumbar deberá "calcar" la curvatura normal de la columna vertebral en la región lumbar. Esto a fin de que resulte cómodo para el usuario. De esta manera podremos evitar la progresión de malformaciones en la columna y defectos posturales a este nivel, que es el más afectado en la población médica.

+ El apoyo anatómico en general deberá evitar en su diseño, zonas difíciles de limpiar.

+ El apoyo anatómico en general debe ser ligero.

A fin de poder ser fácilmente transportado de un lugar a otro por el personal del hospital o incluso por el mismo médico.



+ Se debe evitar el uso de colores fatigantes a la vista.

+ La estructura en general debe permitir el ejercicio de la articulación de la rodilla.

Esto es, permitir que el médico cirujano se encuentre en posición sedente, apoyando los pies y ejerciendo presión sobre la articulación de la rodilla a fin de evitar problemas a largo plazo.

+ El apoyo anatómico debe ser versátil.

+ El mecanismo de elevación y/o depresión del apoyo a glúteos y región dorsolumbar debe ser sencillo.

Debemos tomar en cuenta para ello que el apoyo a glúteos tendrá una sola posición durante cada operación, por lo que no resulta necesario poder disponer de complicados mecanismos de múltiple movimiento.

+ El apoyo anatómico no debe obstaculizar en ningún momento el llamado campo operatorio o campo de acción del médico.

Es por ello que ha sido proyectado en la parte posterior del cirujano, región que no requiere de esterilidad como lo sería la parte anterior del mismo.

+ El apoyo anatómico debe ser cómodo y evitar al máximo el cansancio del médico.

+ Se debe evitar el contacto directo y prolongado de lilon sobre el apoyo a glúteos.

Esto debido a que uno de los factores más importantes en la producción de cansancio al estar sentado, es el apoyo prolongado del lilon sobre la superficie del asiento.



## 2.6 Aspectos estéticos

+ El apoyo anatómico debe brindar la sensación de limpieza.

Debemos pensar en que este artefacto será ubicado en una sala de operaciones, donde incluso el ambiente debe ser estéril. Esta sensación de limpieza deberá lograrse utilizando elementos muy simples, evitando texturas y haciendo una correcta elección de color.

+ El apoyo anatómico debe brindar la sensación de ligereza.

Además de serlo, deberá parecerlo, usando como ya ha sido mencionado, elementos sencillos, colores fríos y elementos esbeltos sin perder así su estructura.

+ Se debe evitar en la medida de lo posible el uso de texturas.

Principalmente por cuestión de higiene y además para lograr que el objeto sea limpio y ligero formalmente.

+ El objeto debe contar con una semiótica apropiada.

Se debe procurar que el objeto establezca una adecuada comunicación con el usuario. Este último deberá entender claramente para qué sirve y como se utiliza.

+ Selección apropiada del color.

Como ya ha sido mencionado, no deben utilizarse colores chillantes o fatigantes. Deberá utilizarse el color natural del acero inoxidable y del aluminio, así como colores fríos y pálidos donde así se requiera.



Capítulo III

# Diseño

DISEÑO

## 3.1 Datos antropométricos.

Para realizar el diseño del apoyo anatómico, fue necesario tomar en cuenta una serie de datos que hicieran posible que el artefacto resultara funcional, ergonómicamente hablando. Para efectos de esta investigación, incluiremos dentro de este documento, distintas medidas del cuerpo humano según las necesidades. Consideraremos funcionales para esta investigación, los datos presentados para hombres y mujeres de entre los 25 y 64 años de edad.



apoyo anatómico para médico cirujano 43

### 3.1.1 Peso.

Las mediciones que a continuación se presentan fueron realizadas en individuos con el torso desnudo, calzados con zapatillas de papel y vestidos con una bata ligera, de exploración, hasta las rodillas. Bolsillos de los hombres vacíos. Cifras dadas en kilogramos.

Edad	Hombre		Mujer	
	percentil 5	percentil 95	percentil 5	percentil 95
25 a 34	58.5	101.2	46.3	86.6
35 a 44	60.8	99.3	49.4	92.5
45 a 54	59.4	99.3	48.1	93.1
55 a 64	55.8	96.6	50.8	95.7

### 3.1.2 Estatura

Distancia vertical desde el suelo hasta la coronación de la cabeza, tomada en una persona de pie, erguida y con la vista al frente. Los individuos fueron medidos descalzos. Las cifras se presentan en centímetros.

Edad	Hombre		Mujer	
	percentil 5	percentil 95	percentil 5	percentil 95
25 a 34	163.6	187.5	151.6	170.9
35 a 44	163.1	184.2	151.4	170.7
45 a 54	162.6	184.7	150.1	170.7
55 a 64	159.8	183.4	148.3	169.2



### 3.1.3 Altura del Codo.

Esta medida ha sido considerada únicamente como referencia para dimensionar el artefacto a diseñar. Medidas dadas en centímetros.

Hombre		Mujer	
percentil 5	percentil 95	percentil 5	percentil 95
104.9	120.1	98.1	110.7

### 3.1.4 Altura de la Ingle

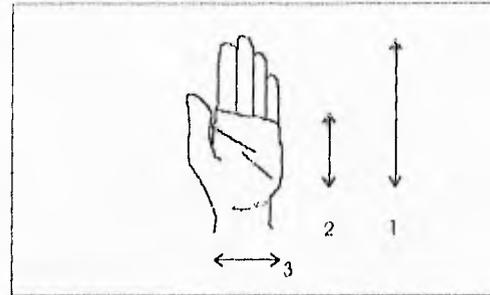
Medida de referencia para el diseño. Datos en centímetros.

Hombre		Mujer	
percentil 5	percentil 95	percentil 5	percentil 95
78.2	91.9	68.1	81.3



### 3.1.5 Mano

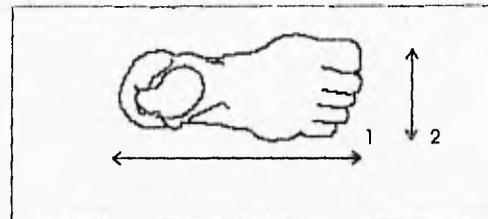
Referencia tomada en cuenta con base en la manipulación a la que estará sometida el objeto a diseñar. Las cifras se presentan en centímetros.



Ref.	Medida	
	percentil 5	percentil 95
1	17.8	20.5
2	10.1	11.8
3	8.2	9.6

### 3.1.6 Pie

Referencia tomada en cuenta a fin de conocer el espacio aproximado que ocupará la huella del médico durante la intervención quirúrgica. La cifras se presentan en centímetros.



Ref.	Medida	
	percentil 5	percentil 95
1	25.1	29.1
2	9.1	10.6



### 3.1.7 Anchura de hombros

Como es sabido, la postura común de descanso de un hombre en posición erecta es con las piernas levemente abiertas hasta la máxima altura de los hombros, es por ello que debemos considerar esta dimensión y determinar el espacio que ocuparía la huella del usuario del objeto a diseñar. La cifras se presentan en centímetros.

Hombre		Mujer	
percentil 5	percentil 95	percentil 5	percentil 95
43.2	48.3	33.1	48.3

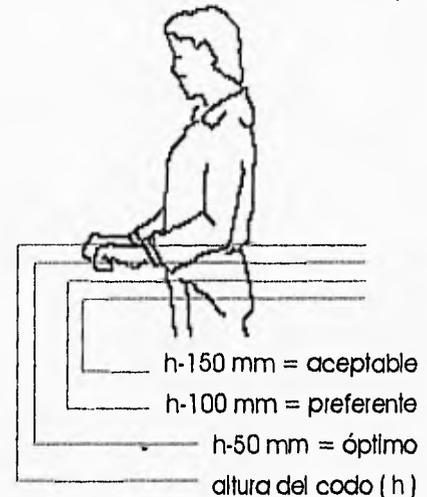
### 3.2 Consideraciones ergonómicas

#### 3.2.1 Altura de trabajo

Estudios ergonómicos recomiendan que el mejor nivel para realizar operaciones de manipulación, así como movimientos de precisión que requieran de finas aplicaciones de fuerza, está entre los 50 y 100 mm por debajo de la altura del codo.

Una vez contemplada la medida establecida para el codo en ambos percentiles manejados, debemos agregar un aproximado de 15 mm. para así considerar la altura del calzado del equipo médico. ( 2 )

( 2 ) Bodyspace, Anthropometry, Ergonomics and Design; 22, 23.



La altura por encima del suelo en la cual una persona parada debe realizar las actividades manuales está mayormente determinada por la postura de esta. Si la superficie de trabajo es muy alta, los miembros superiores estarán elevados, conduciendo a la tensión muscular en los hombros y por lo tanto a la fatiga. Si alguna fuerza a nivel inferior es requerida, los miembros superiores se encontrarán en una pobre posición de ventaja mecánica para ejercerla. Este problema puede evitarse bajando la altura del nivel de trabajo.

Es importante distinguir entre la altura de trabajo y la altura de la superficie de trabajo.

La primera debe ser substancialmente más alta que la segunda cuando se requiere de herramientas o equipo especial para desempeñar la labor.

Se recomienda como altura de trabajo :

- + 50 - 100 mm por encima del nivel del codo para trabajo de precisión.
- + 50 - 100 mm por debajo del nivel del codo para manobras de manipulación sencilla en general.
- + 150 - 400 mm por debajo del nivel del codo para trabajo pesado, particularmente si este involucra el uso de fuerza física. ( 3 )

### 3.2.2 Psicología y Patología de la postura

La postura que una persona adopta cuando desempeña una labor en particular está determinada por la relación entre la dimensión de su cuerpo y las dimensiones de los objetos en su espacio de trabajo. Si estas dimensiones no son las apropiadas, las consecuencias para el bienestar de la persona, a corto o largo plazo, pueden ser severas.

( 3 ) Bodyspace, Anthropometry, Ergonomics and Design; 159, 160.



La postura puede ser definida como la relativa orientación de las partes del cuerpo en el espacio. Para mantener esa orientación por un determinado tiempo, los músculos deben ser usados para contra-actuar a cualquier fuerza externa que actúe sobre el cuerpo. La más habitual de estas fuerzas es la gravedad.

Si una postura forzada es prolongada, aparecerán ciertas consecuencias que denominaremos tensión postural. El músculo como tejido, responde negativamente a cargas mecánicas estáticas.

El esfuerzo estático -como ya se ha mencionado- , restringe el flujo de sangre a los músculos. El balance químico en el músculo es alterado, productos de desperdicio metabólico son acumulados y sobreviene la fatiga muscular. La persona experimenta en primer término vaga disconformidad, que poco a poco desarrolla dolor, hasta que se convierte en una urgencia de cambiar de posición.

En general, podemos pensar en el hecho de cambiar de postura como una defensa ante el cansancio. Este mecanismo actúa característicamente a nivel subconsciente - usualmente cambiamos de postura antes de estar conscientes del cansancio -. Probablemente, este estímulo sensorial se deba más a la compresión sobre tejidos blandos que a la misma tensión muscular. El cruzar y des-cruzar las piernas es un característico movimiento para redistribuir la presión sobre los glúteos y así , bombear eficientemente la sangre a los tejidos.

Un buen número de afecciones del sistema músculo-esquelético son asociadas con la postura. La región lumbar, el cuello, los hombros y el antebrazo son las partes más comúnmente afectadas - posiblemente en ese orden.

La tensión muscular, particularmente en el cuello, espalda y hombros, también puede ser asociada con el stress psicológico. Si a esto agregamos la adopción de posturas incorrectas, podemos concluir que ambas pueden estar relacionadas. Algunas personas son más tensas o



nerviosas que otras en determinada situación; es por ello que la personalidad reviste de importancia este aspecto. Incluso hablando a corto plazo, la tensión postural varía grandemente de un individuo a otro.

La columna vertebral es particularmente susceptible a la tensión postural. Los largos músculos de la espalda, desempeñan una importante labor al momento de cargar o soportar cargas externas al cuerpo cuando el tronco se encuentra inclinado hacia el frente.

Algunos médicos comúnmente atribuyen el dolor en la espalda a acciones como levantar objetos pesados y en ocasiones a otro tipo de causas como el toser o estornudar bruscamente, caer o torcerse. El atribuir el dolor a este tipo de efectos resulta generalmente erróneo. A este respecto, es más probable que el daño en el disco vertebral sea causado por un larga y repetitiva degeneración en el mismo. Otras autoridades afirman que el daño de un disco es una inevitable parte del proceso de envejecimiento.

Una gran variedad de factores pueden acelerar la degeneración de un disco vertebral. El llamado stress postural, el mantener una postura de proyección delantera del tronco y el permanecer sentado durante mucho tiempo son factores importantes en la degeneración de un disco vertebral. (4)



(4) Bodyspace, Anthropometry, Ergonomics and Design; 148-153.



Una postura que es adoptada para realizar cierta actividad puede, a largo plazo, convertirse en habitual ( incluso fuera del contexto de esa actividad ) y finalmente resultar irreversible. Un determinado grupo de trabajadores, resultan propensos a desarrollar deformidades en la columna vertebral, debido a los defectos posturales adoptados mientras trabajan.

### 3.2.3 Diseño del espacio de trabajo

Las consecuencias del trabajo muscular estático y prolongado pueden resultar severas. A continuación se presentan simples guías para el diseño del espacio de trabajo según Corlett ( 1983 ). Si estas reglas fueran comúnmente seguidas, particularmente en el diseño de estaciones industriales de trabajo, podríamos anticipar una dramática reducción en la incidencia de afecciones en el sistema músculo-esquelético.

- + Propiciar frecuentes cambios de postura. Debemos proporcionar al trabajador la facilidad para poder adoptar distintas posturas mientras trabaja sentado.
- + Evitar que el trabajador realice proyecciones delanteras con cabeza y tronco. Esto resulta comúnmente de labores visuales, control de máquina y superficies de trabajo muy bajas.
- + Evitar que los miembros superiores se mantengan elevados. Esto puede ser comúnmente visto cuando la mesa de trabajo está muy elevada. El límite superior para labores de manipulación debe encontrarse entre la altura del hombro y del codo.
- + Evitar posturas giradas o asimétricas.
- + Evitar posturas que requieran que una articulación sea usada hasta su rango límite de movimiento por largos periodos de tiempo.



apoyo anatómico para médico cirujano 51

- + Proveer todos los asientos de un adecuado soporte en la espalda. Por razones operacionales, el respaldo puede no ser usado mientras se realizan ciertas labores, pero este seguirá siendo importante en los momentos de reposo.
- + Cuando deba usarse la fuerza física, cada miembro debe estar en la posición en la que mayor fuerza tenga.
- + Cuando el peso del cuerpo deba ser soportado, evitar que la presión ejercida recaiga en áreas sensibles de tejido. ( 5 )

### 3.2.4 Fuerza y postura

Debido a que el médico cirujano requiere en ocasiones del ejercicio de fuerza física durante una intervención, es que se considera este punto.

La fuerza que un individuo es capaz de ejercer en cualquier tipo de actividad física, está principalmente determinada por la postura que adopte. Algunos estudios en que la fuerza es medida en distintas posiciones de trabajo, muestran que las diferencias entre cada circunstancia son mayores a las diferencias entre distintos tipos de personas.

Existen varios mecanismos de articulación en los que la postura afecta la fuerza. Consideremos como ejemplo, los músculos flexores del codo; al momento de jalar y la articulación cambia su posición, los músculos que cruzan la articulación cambian su longitud y por lo tanto, su capacidad para ejercer tensión al elevar por encima del nivel de la articulación.

Existen algunas circunstancias en que la fuerza que una persona puede ejercer, está determinada por otros factores diferentes a la fuerza de sus músculos. En algunas acciones de levantar, empujar o jalar, el peso, el equilibrio o incluso la fricción entre el pie y el piso resultan factores limitantes.

( 5 ) Bodyspace, Anthropometry, Ergonomics and Design; 153, 154.



¿ Qué porcentaje de la máxima fuerza de un individuo es la que debe utilizarse en cierta actividad ? La respuesta depende de qué tan crítica es la actividad, qué tan frecuentemente es realizada y algunos otros factores. Existen ciertas reglas para ello, pero la sugerencia es la siguiente :

- + 15% es el máximo para controles continuamente operados.
- + 30% para controles operados frecuentemente.
- + 60% cuando la fuerza ejercida es ocasional.
- + Cualquier esfuerzo por encima del 60% debe ser evitado. ( 6 )

### 3.2.5 Visión y postura de cabeza y cuello

En lo que a visión se refiere, la acción de localizar un objetivo resulta importante no solo por sí misma sino por el hecho de determinar la postura de la cabeza y el cuello.

Solo la parte central del campo visual es lo suficientemente sensible para la demanda de ciertas labores como leer o reconocer un rostro. El área central de la visión, es decir donde se encuentra la fovea, está limitada a unos  $5^\circ$  a partir de la línea central de fijación.

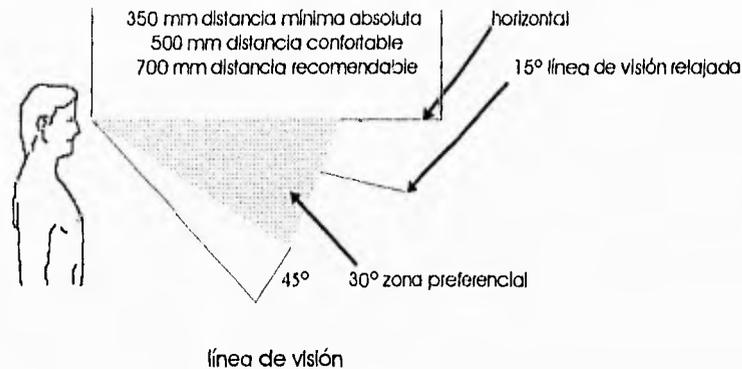
Al momento de mirar al frente, nuestros ojos tomarán de manera natural una posición para mirar de unos  $10^\circ$  ó  $15^\circ$  por debajo de la horizontal - llamaremos a esto línea de visión relajada. La dirección de la mirada se altera primeramente por movimientos del globo ocular en su órbita y en segundo lugar, por los movimientos de cuello y cabeza.

Se afirma que podemos elevar la vista unos  $48^\circ$ , así como bajarla  $66^\circ$  sin mover la cabeza. En la práctica, solo una parte de este rango es utilizada. Parece ser que en realidad, el

( 6 ) Bodyspace, Anthropometry, Ergonomics and Design; 153-157.



movimiento descendente de los ojos está limitado a  $24^\circ - 27^\circ$ ; más allá de ese punto, cuello y cabeza deben ser inclinados hacia adelante, lo que provoca tensión en los músculos del cuello al soportar el peso de la cabeza.



En base a las investigaciones, podemos concluir que la zona preferencial para la localización de objetos abarca unos  $30^\circ$  hacia abajo a partir de la línea horizontal de visión, y que la óptima línea de visión se encuentra en algún lugar entre estos dos límites. Dando una pequeña inclinación al cuello, el límite inferior puede aumentar unos  $15^\circ$  y llegar hasta los  $45^\circ$ . El confort visual depende tanto de la postura satisfactoria como de la distancia a la que se encuentren los objetivos. Para propósitos prácticos, consideraremos 350 mm. como distancia mínima absoluta, 500 mm. como distancia confortable y 700 mm. como recomendable. (7)

### 3.2.6 Otras consideraciones

La natural complejidad que encierra el confort de quien toma asiento y el hecho de que esta acción sea dinámica, que no estática, ha inducido en ocasiones a reclamar una orientación antropométrica al asunto.

(7) Bodyspace, Anthropometry, Ergonomics and Design; 157-159.



Al fijar las dimensiones de un asiento-apoyo, deben relacionarse los aspectos antropométricos y las exigencias biomecánicas. En la estabilidad del cuerpo no solo entra la amplitud del asiento, sino también el rozamiento con otras superficies de piernas, pies y espalda, al tiempo que se exige la cooperación de alguna fuerza muscular. Si por culpa del diseño antropométricamente erróneo, la silla no permite que el usuario, pueda tener los pies o la espalda en contacto con otras superficies, crecerá la inestabilidad del cuerpo, que se complementará con esfuerzos musculares suplementarios. A mayor fuerza muscular o exigencia de control, mayor fatiga e incomodidad.

Es necesario que el diseñador se familiarice con las consideraciones antropométricas que guarda el diseño de asientos y de su relación con imperativos biomecánicos y ergonómicos.

Branton declara que el cuerpo humano sentado ... : " no es un saco inerte de huesos que dejan un rato sobre un asiento, es un organismo vivo en un estado dinámico de actividad ininterrumpida ."

Sabemos que las distintas posturas que adopta el cuerpo al estar sentado, son intentos de servirse del mismo como un sistema de palancas que equilibre con su esfuerzo, los pesos de cabeza y tronco.

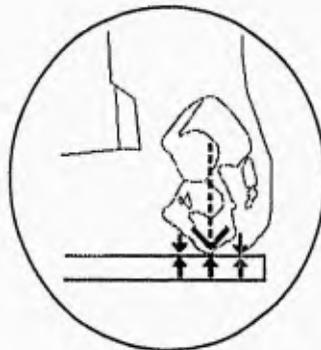
Para el diseñador tiene gran importancia la localización de las superficies donde apoyar la espalda, al igual que su tamaño y forma, puesto que estos elementos servirán como estabilizadores del cuerpo.



En el diseño que nos toca revisar, una de las directrices más fuertes para su elaboración resulta ser el diseño apropiado de la zona que proporcionará apoyo a la espalda. A este respecto, es comúnmente admitido que el principal cometido del respaldo es suministrar soporte a la región lumbar o a las espaldas de tamaño pequeño. La configuración que reciba el respaldo buscará recoger el perfil espinal, singularmente en la zona lumbar. Se evitará que el acoplamiento sea tan completo que impida cambiar la posición del cuerpo.



En cuanto al apoyo referido a la zona lumbar y el porqué no proyectar este apoyo como un asiento convencional, debemos recordar que en posición sedente, cerca del 75% del peso total del cuerpo es soportado únicamente por aproximadamente 26 cm<sup>2</sup>, en las tuberosidades isquiáticas, como se muestra a continuación.

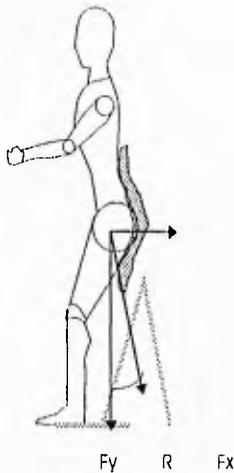


### 3.2.7 Banco de pruebas

En un pequeño banco de pruebas tomado a partir de la Investigación antropométrica, se intentó determinar a qué tipo de esfuerzos se encontraría sometido el artefacto a diseñar.



Tomando como base la geometría que formarían objeto - usuario, se determinó un aproximado de estas cargas como a continuación se describe :



$$\Sigma F_x = \Sigma F_x \quad \text{Donde: } \Sigma F_x = 12\% + R * \text{Sen } 24^\circ \text{ y } \Sigma F_y = -100\% - R * \text{Cos } 24^\circ$$

$$\text{Igualando: } 12\% + R * \text{Sen } 24^\circ = -100\% - R * \text{Cos } 24^\circ$$

$$\text{Despejando R: } R = -88\% / (\text{Sen } 24^\circ + \text{Cos } 24^\circ)$$

$$\text{Entonces: } R = -88\% / (0.4067 + 0.9135)$$

$$R = -88\% / 1.3202$$

$$R = -84.8304$$

El usuario en posición sedente sobre el apoyo anatómico, ejerce una presión de aproximadamente el 84% de su peso, siendo esta la resultante del sistema de vectores arriba presentado. El peso ejercido en forma vertical corresponde al 100%; el peso que proyecta hacia su parte posterior es de un 12% aproximadamente. Tomando esto en cuenta, podemos saber en base al peso de los posibles usuarios (descritos anteriormente en este documento), el tipo de cargas a las que estará sometido nuestro apoyo anatómico. Importante punto a considerar en el diseño de formas y selección de materiales y procesos de fabricación.

Un dato interesante y necesario para conocer el origen del apoyo termoformado, es el que éste se obtuvo a partir de una espalda humana, es decir que, para la obtención de la pieza que tendrá directo contacto con el médico cirujano, fue necesario obtener un molde en venda de yeso sobre un cuerpo humano, y ya que no existe el cuerpo perfecto ni la



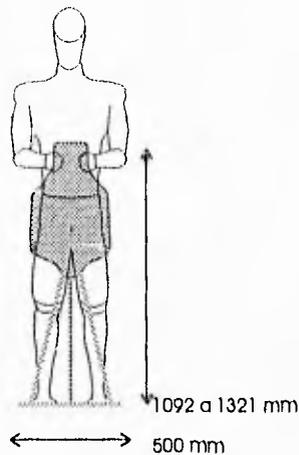
apoyo anatómico para médico cirujano 57

compleción física ideal, bastó con tomar una espalda sana, normal y sin problemas ortopédicos; de compleción mediana. Una vez obtenido el primer molde de yeso, se logró el contramolde en fibra de vidrio, mismo que fue modificado, eliminando las partes laterales ( a fin de no ser un elemento limitativo en cuanto a las distintas tallas de los usuarios ), e incluyendo tanto un filete perimetral como nervaduras longitudinales; ambos, elementos de estructuración de la pieza.

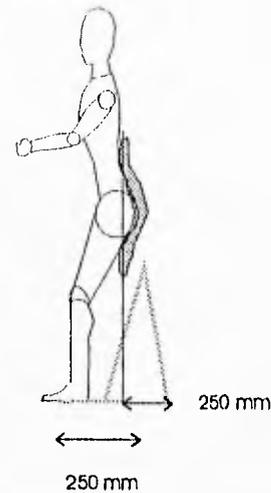
Una vez calculados los esfuerzos y habiendo seleccionado materiales y procesos, se comenzaron a correr pruebas físicas sobre la muestra, obteniendo resultados satisfactorios en cuanto a comodidad ( ergonomía ), funcionamiento y comportamiento del material (resistencia, flexibilidad y soporte).

A continuación se presentan algunos esquemas en donde se indica el papel del producto frente al usuario.





En esta primera imagen podemos ver al usuario en posición de uso ( sedente ), en vista frontal.



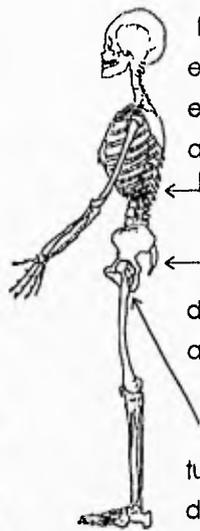
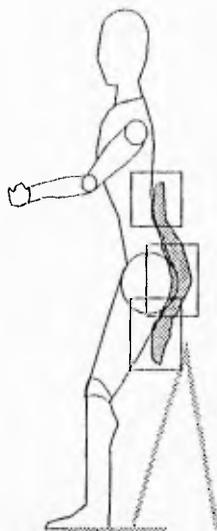
En esta imagen vemos al usuario en la misma posición; vista lateral

En estas vistas podemos distinguir varios datos interesantes como que :

- El apoyo cubre un área comprendida entre la primera vértebra lumbar hasta la parte baja de la ingle.
- Ambos laterales del apoyo ( en vista frontal ) no resultan un factor limitativo en lo que talla se refiere.
- La anchura de la huella corresponde a una posición natural de descanso de la persona, abriendo las piernas hasta un máximo equivalente a la anchura de sus hombros.
- La estructura del producto que se proyecta hacia la parte posterior del médico, no impide el paso del personal médico (esto conforme a la conducta que debe seguirse en campo estéril).
- El apoyo en su totalidad, no impide el libre movimiento de extremidades superiores, inferiores o torso.



apoyo anatómico para médico cirujano 59

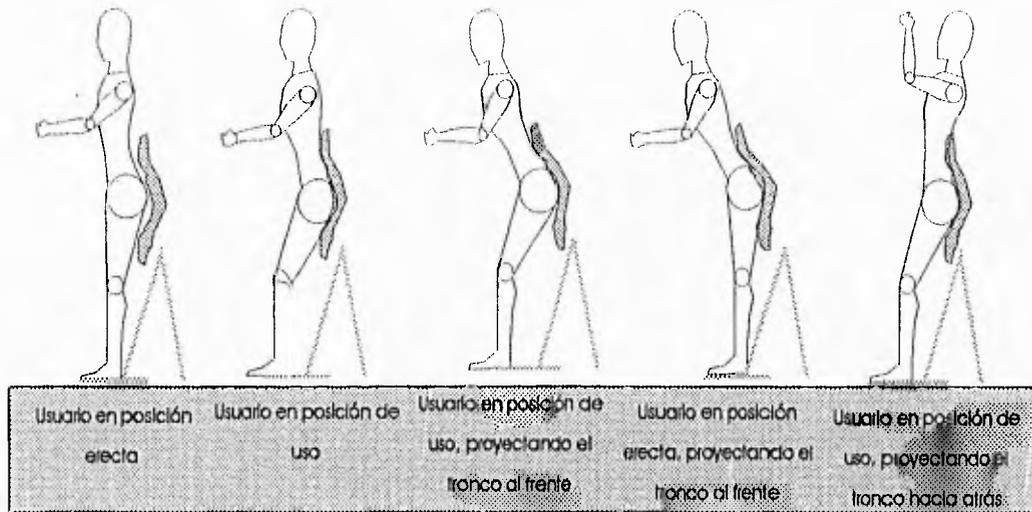


La parte superior del apoyo, se localiza directamente en la parte baja de la columna vertebral, cubriendo específicamente la zona lumbar, proporcionando el apoyo requerido.

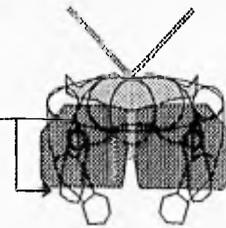
La parte media recibe al glúteo, evitando el apoyo directo de las tuberosidades isquióticas como en un asiento normal

La parte inferior central del apoyo cuenta con una tuberosidad que se alojará entre las piernas, a la altura de la ingle, proporcionando apoyo al torso y proyectando el centro de gravedad hacia la parte inferior de los glúteos.





En esta vista superior podremos ver la situación del médico con respecto al apoyo anatómico; de igual forma podemos notar la posición de sus pies sobre la huella del artefacto, misma que cuenta con pequeños altorrelieves cumpliendo dos objetivos : colocar en la parte inferior piezas presujadas de vinilo, mismo que tendrá contacto directo con el piso del quirófano y, actuar como elemento de autolocalización del apoyo para el médico para que así, en caso necesario, concientemente abandone o regrese al apoyo.



Vista Superior

### 3.3 Materiales

A continuación se describe cada uno de los principales materiales que han sido utilizados en el diseño que aquí se presenta, con características, propiedades y defectos, para así poder entender el porqué de su uso y proceso de manufactura.



apoyo anatómico para médico cirujano 61

### 3.3.1 ABS

El material del cual está fabricado el apoyo es un compuesto integrado por tres monómeros : Acrilonitrilo, Butadieno y Estireno.

Su estructura química está formada por cadenas de copolímeros de estireno-acrilonitrilo Injertadas en partículas de polibutadieno y dispersas en una matriz continua de SAN.

#### a.1 ) Características y Propiedades

El ABS se encuentra en el mercado en forma de pellets sin colorear y coloreados.

La composición de los tres monómeros que constituyen el ABS pueden modificarse y combinarse, según las necesidades y requerimientos del uso final.

El rango de composición está relacionado de la siguiente manera :

- Acrilo	25 al 35 %
- Butilo	15 al 30 %
- Estireno	45 al 55 %

El Acrilonitrilo proporciona al producto estabilidad térmica, resistencia a productos químicos y dureza superficial. El Butadieno le da resistencia al impacto, retención de propiedades a baja temperatura y tenacidad. Por su parte el estireno aporta brillo, rigidez y facilidad de procesamiento.

Las propiedades del ABS pueden ser variadas al alterar el grado de inserción, el peso molecular del SAN libre e Injertado, la proporción de los monómeros y la adición de otros monómeros y/o polímeros como el PVC, el policarbonato o el nylon.



## a.2 ) Parámetros cualitativos

+ Resistencia a la abrasión : alta.

+ Permeabilidad : Todos los grados son considerados impermeables al agua, pero ligeramente permeables al vapor.

+ Propiedades friccionantes : Los grados de mayor dureza tienen excelente resistencia al desgaste y a la deformación y como no los degradan los aceites son recomendables para cojinetes sometidos a cargas y velocidades moderadas.

+ Estabilidad dimensional : Es una de sus características más sobresalientes, lo que permite emplearla en partes de tolerancia dimensional cerrada. La baja capacidad de absorción de la resina y su resistencia a los fluidos fríos, contribuyen a su estabilidad dimensional.

+ Pigmentación : La mayoría de estas resinas, están disponibles en colores estándar sobre pedido; se pueden pigmentar aunque se requiere de equipo especial.

+ Facilidad de unión : Se unen fácilmente entre sí y con materiales plásticos de otros grupos mediante cementos y adhesivos.

+ Capacidad de absorción : baja.

+ Propiedades ambientales : La exposición prolongada al sol produce una capa delgada quebradiza, causando un cambio de color, reduciendo el brillo de la superficie y la resistencia a la flexión. La pigmentación en negro provee mayor resistencia a la intemperie.



+ Resistencia química : generalmente es buena, aunque depende del grado de la resina, de la concentración química, temperatura y esfuerzos sobre las partes. En general no son afectados por el agua, sales inorgánicas, álcalis y por muchos ácidos. Son solubles en ésteres, acetona, aldehídos y en algunos hidrocarburos clorados.

+ Formado : Se adaptan bien a las operaciones secundarias de formado. Cuando se calientan, los perfiles extruidos se pueden doblar y estampar.

+ Facilidad de maquinado : sus características son similares a las de los metales no ferrosos; se pueden barrenar, fresar, torneear, aserrar y troquelar.

+ Acabados superficiales : pueden ser acabados mediante metalizado al vacío y electroplateado.

+ Resistencia a la fatiga : se presenta para cargas cíclicas o permanentes mayores a  $0,7 \text{ kg/mm}^2$

+ Recocido : se realiza manteniéndolos  $5^\circ \text{C}$ . arriba de la temperatura de distorsión durante un periodo de 2 a 4 hrs.

### a.3 ) Capacidad instalada

Hasta el año de 1987, Industrias Resistol, S. A., contaba con instalaciones con capacidad de 26 000 toneladas / año para elaborar resinas de estireno y de la cual destinaba del orden del 35% para ABS. ( Instalaciones ubicadas en Lechería, Edo. de México. ).



Polimar, S. A. de C. V. iniciaba la construcción de una planta con capacidad de 20 000 ton / año para elaborar una amplia gama de resinas CYCOLAC ABS con tecnología de Borg-Wagner Chemicals, Inc. ( planta localizada en Altamira, Tamps. ).

Hoy en día (1996), la entera tecnología para la producción del plástico ABS, la posee " GE Plastics ", filial del grupo " General Electric de México ", de donde se obtuvo la información necesaria.

El incremento en la demanda interna de resinas ABS se estima que en base a las nuevas aplicaciones continúe creciendo a una tasa promedio anual del 5 al 10 % durante los próximos años, para lo cual se contará con la capacidad suficiente para satisfacerla e inclusive exportar en volúmenes más significativos.

A continuación se presenta una tabla comparativa de algunos plásticos contra el ABS :

Material	Resistencia a la tensión kg/mm <sup>2</sup>	Resistencia al Impacto M.kg/mm <sup>2</sup>	Módulo de flexión kg/mm <sup>2</sup>	Flamabilidad	Formabilidad
ABS	3.52	0.33	169	baja	buena
Estireno alto Impacto	3.02	0.055	162	baja	buena
Polipropileno	3.87	0.0155	123	baja	buena
Poliétileno alta densidad	2.95	0.66	141	muy baja	excelente
Acrílico modificado	3.87	0.11	197	baja	excelente



apoyo anatómico para médico cirujano 65

### 3.3.2 Acero inoxidable

La estructura principal que funge como base del Apoyo Anatómico está constituida por tubo de acero inoxidable, dadas las características que este material proporciona y tomando en cuenta las restricciones ya mencionadas anteriormente para el uso de material y mobiliario dentro de una zona de quirófanos.

Acero inoxidable es el término usado para identificar un gran grupo de aleaciones especiales a base del elemento hierro que contienen como mínimo 11% de cromo.

El acero inoxidable es utilizado a nivel mundial en aplicaciones prácticas como Arquitectura, Industria alimentaria y Medicina desde hace varios años, ya que se trata de un material versátil y especialmente adecuado para diversas aplicaciones.

#### b.1 ) Características :

- + Elevada resistencia y tenacidad: permite emplear espesores mínimos, lo que implica una reducción del peso con los efectos consiguientes sobre la estructura en general.
- + Mayor durabilidad, lo que lo hace más rentable que otros materiales.
- + Apto para la soldadura y de fácil conformación.
- + Gran variedad de acabados.
- + Elevada resistencia a la corrosión: es por ello que no necesita ser recubierto en ninguna forma ni con ningún producto.



+ Mínimo costo de mantenimiento: el mantenimiento solo implica la limpieza del material.

b. 2 ) Selección del acero inoxidable :

Los aceros inoxidables se clasifican según su estructura metalográfica en : Austeníticos, Ferríticos y Martensíticos. Por las características requeridas dentro del quirófano, debemos utilizar como elemento el acero denominado Austenítico.

Como su nombre lo indica, su estructura metalográfica es en base a cristales de austenita. Contiene cromo ( 18 al 30% - aumenta la resistencia a la tracción, la dureza y la tenacidad, incrementa la resistencia a la abrasión y al desgaste; produce resistencia a la abrasión y a la corrosión - ) y níquel ( 4 al 22% - aumenta la resistencia a la tracción y la dureza sin sacrificar tenacidad, conserva la dureza a temperaturas elevadas - ) como principales elementos de aleación, y su contenido de carbono se mantiene siempre muy bajo.

Estos aceros son notables por su excelente resistencia a la corrosión, por su gran soldabilidad y la facilidad para endurecerlos por trabajo en frío. Estos aceros son esencialmente no magnéticos en su condición de recocidos, pero pueden ser magnéticos después de que son trabajados en frío.

Es por sus características que los aceros inoxidables de la serie 300 deben ser utilizados en cualquier aplicación que tenga contacto con alimentos. Para garantizar que la superficie de un material es inerte, se toma como base la norma sanitaria 3A, para la industria de lácteos, que en el inciso correspondiente a materiales, señala: " Todas las superficies en contacto con alimentos deberán ser de acero inoxidable de la serie AISI 300 o su correspondiente American Casting Institute, o metales los cuales bajo condiciones de uso constante, su resistencia a la corrosión sea por lo menos la de los aceros inoxidables del tipo citado y no sean tóxicos ni absorbentes ". ( 8 )

( 8 ) Acero inoxidable.; Vol. 1, No. 3, Agosto 1993 / recopilación



apoyo anatómico para médico cirujano 67

El acero inoxidable tiene características que hacen de él un importante material para la fabricación de tarjas, fregaderos domésticos y equipo comercial e institucional similar a estos, que requieren cumplir estrictos estándares higiénicos. Una investigación reciente muestra que los residuos de bacterias sobre acero inoxidable, son menores casi 100 veces, en comparación con otros materiales.

Se dio énfasis a la limpieza del acero inoxidable en la revista "Nickel" de Junio de 1990. Este artículo señala que los aceros inoxidables ofrecen una combinación única de propiedades relevantes para estos equipos, tales como : alta resistencia, ductilidad, dureza y excelente formado junto con alta resistencia a la corrosión y oxidación, pero sobre todo resalta su apariencia estética.

Para esta aplicación es de particular importancia la gran facilidad de limpieza de bacterias en la superficie de los aceros inoxidables.

Este estudio compara el acero inoxidable con otros materiales utilizados en la fabricación de tarjas y fregaderos, tales como : plástico policarbonatado, " composites " de resinas minerales y aceros esmaltados.

Cuando se le comparó con plásticos policarbonatados y " composites " de resinas minerales, el conteo de residuos bacteriales en el acero inoxidable estaba 100 veces más abajo. Las superficies de aceros esmaltados muestran conteos intermedios.

Con el continuo énfasis mundial respecto a la higiene en los alimentos y en el sector salud, la importancia de estos hallazgos es trascendental. ( 9 )

( 9 ) Nickel ; Vol. 8, No. 3, Marzo 1993 / recopilación.



### 3.3.3 Aluminio

El aluminio puro , que tiene una densidad de  $2.7 \text{ g/cm}^3$  ( lo que representa aproximadamente una tercera parte del acero ) y un punto de fusión por debajo de los  $660^\circ\text{C}$ , ha llegado a ser uno de los más importantes materiales industriales en los últimos años. Esto se debe a su relación resistencia / peso, alta resistencia a la corrosión y buena conductividad eléctrica. Su punto de ebullición es de  $2270^\circ\text{C}$ . Su conductividad eléctrica es aproximadamente el 62 % de la del cobre, por lo cual es un excelente sustituto de estas líneas eléctricas. Es un metal no magnético, por ello es útil para construir aparatos de medición antimagnético y barcos antiminas magnéticas. Las aplicaciones incluyen cables de alto voltaje; equipo para la industria química, productos lácteos, construcción y muebles de cocina.

El magnesio aumenta mucho las propiedades mecánicas y la facilidad de trabajo del aluminio; el hidronalio ( 90% aluminio y 10% magnesio ) es ligero y muy resistente a la corrosión, principalmente al agua de mar, por lo que se usa en la construcción de buques y en la industria química.

Cuando se usen aleaciones de aluminio, debe hacerse una cuidadosa selección entre las aleaciones disponibles para satisfacer los requisitos funcionales y de manufactura. La mayoría de las aleaciones de aluminio usadas para procesos de conformación tienen buena ductilidad y buena conformabilidad en caliente y en frío.

Para la fabricación de el apoyo anatómico, se requiere del aluminio en dos distintas formas : aluminio ya extruído en barras y piezas de aluminio fabricadas por fundición en moldes de arena, cuyas ventajas son :

- El tamaño de las piezas que se puede fundir varía entre los 250g. y 300 ton.
- Muchos tipos y tamaños de piezas se pueden fundir automática o semi-automáticamente.
- Es posible vaciar cualquier tipo de metal o aleación utilizado en fundición.



Sus desventajas son :

- Las variaciones en las dimensiones son grandes y el acabado superficial es deficiente comparado con otros procesos.
- La superficie de las piezas pueden tener arena, lo que causa un rápido desgaste en las herramientas de corte.
- El proceso es lento, ya que se debe hacer un molde por cada pieza fundida.

### 3.4 Procesos de fabricación y manufactura

En este apartado describiremos someramente los procesos de fabricación que involucra el apoyo anatómico. Para efectos prácticos, concentraremos esta sección en describir el proceso de los tres elementos fundamentales que conforman el diseño a tratar: ABS, tubo de acero inoxidable, piezas maquinadas en aluminio y aluminio en fundición. Más adelante se menciona brevemente la labor de ensamble y otros maquinados menores.

#### 3.4.1 ABS

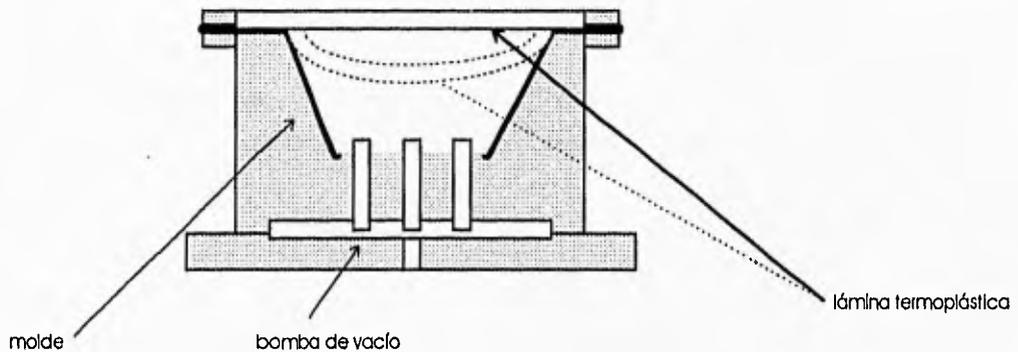
El apoyo que tiene directo contacto con el dorso del médico cirujano está constituido por una lámina de ABS formada al vacío. En páginas anteriores se describen ciertas características que hacen del ABS, el material óptimo para la función que este apoyo desempeñará.

En México, como se ha mencionado, el único productor de la resina ABS es GE Plastics, quien proporciona la materia prima para poder ser maquinada por un mediano número de Industrias en el país.



Para efectos del formado al vacío, el compuesto deberá ser extruído en forma laminar de 125/1000 ", es decir, 1/8" de espesor por 1 m. de ancho como mínimo. Para una producción inicial de 1500 piezas, será necesario extruir un aproximado de 1898 kg. de resina de ABS en acabado "Hersel" ( acabado resultante de la extrusión del material ).

Una vez laminado, este debe ser cortado en tramos que midan 75 X 55 cms. para poder entrar entonces al proceso de formado al vacío. En la termoconformación o formado al vacío, se calientan hojas termoplásticas hasta que se ablandan; la conformación del material se da cuando, estando este ya caliente, es succionado por el molde previa evacuación de la cavidad, o sea, la presión atmosférica da forma a la hoja. La forma obtenida se estabiliza por enfriamiento. Este enfriamiento tiene lugar en parte por el contacto de la hoja con el molde y en parte lanzando aire frío sobre él.



Para efectos de este proyecto, antes de realizar la operación de enfriado, la pieza debe ser suajada por medio de un contramolde terminado en cuchilla, el cual desprenderá fácilmente la pieza del material sobrante.



apoyo anatómico para médico cirujano 71

Una vez desprendida la pieza, esta debe ser sometida a un leve pulido en sus cantos y empacada para evitar golpes y ralladuras que pudieran posteriormente alojar polvo y suciedad.

### 3.4.2 Acero inoxidable

El elemento principal de soporte del apoyo anatómico está constituido por tubo de acero inoxidable, resultando una estructura trípode. Los procesos alrededor del tubo para su transformación en este diseño, son muy sencillos. El primer tubo, o sea, la pata delantera, primeramente es cortada a la medida en torno. La pieza que denominaremos "roldana", se fijará a la parte inferior de esta pata por medio de pequeños puntos de soldadura; la pieza es limpiada de excesos de soldadura. Las otras dos patas serán cortadas a la medida necesaria; cada una de ellas será rimada en su extremo superior, dejando pasar el herramental 50 mm. El plástico envolvente de los tubos será colocado nuevamente para la protección de las piezas hasta el momento del ensamble.

Otra pieza es la denominada huella, pieza fabricada en lámina de acero inoxidable AISI 304 cal 22 por proceso de troquelado a fin de dar la configuración deseada.

### 3.4.3 Aluminio en fundición

En el diseño a fabricar, solo existe una pieza que será producida en fundición de aluminio. El proceso de esta pieza comienza desde la fabricación del modelo, puesto que en el proceso de fundición, todo material sufre contracciones. Primeramente, el modelo debe ser realizado en madera para soportar la presión de los moldes de arena. Este debe ser planeado para poder ser ubicado en un molde de 2 cavidades, por lo que se requieren ángulos de salida de al menos 1° para fundición en aluminio. Por otro lado el modelo debe ser hecho, conscientes



de que la pieza sufrirá una contracción de entre 1.3% y 1.5%. Una vez realizados los modelos, estos serán llevados a fundición para posteriormente ser maquinados y ensamblados.

#### pulverización electrostática

El pintado por pulverización es probablemente el método más usado después del de la brocha. se emplea mucho para pinturas de conservación cuando han de ser cubiertas grandes extensiones de superficies planas y hace posible un gran ahorro en el costo de mano de obra, con respecto a la pintura a brocha. Es indispensable en la aplicación de lacas, las cuales secan demasiado rápidamente para poderlas aplicar a brocha, y para la aplicación de esmaltes a artículos de grandes dimensiones que prácticamente no pueden ser acabados con cualquiera de los otros métodos de bajo costo. En el pintado automático por pistola de algunos artículos se puede aplicar un recubrimiento mucho más uniforme y reducir considerablemente la pérdida el polvo de pintura mediante el uso del proceso electrostático de recubrimiento, en el que se mantiene una diferencia de potencial de alrededor 100 000 V entre las piezas a pintar y las rejillas eléctricas 30 cm más allá. Las partículas de pintura mojada de las pistolas entran en el campo electrostático con el mismo potencial que el de las rejillas eléctricas y son por tanto repelidas por estas y atraídas por la pieza a pintar. De este modo, la mayor parte de la pintura aplicada cae sobre la pieza en vez de perderse como polvo.

Se puede aplicar este proceso a cualquier material que sea conductor eléctrico. Los no conductores tales como plásticos, cerámicas, gomas y madera, requieren un tratamiento especial. ( 10 )

( 10 ) Tecnología de los Recubrimientos de Superficies; 468-470



apoyo anatómico para médico cirujano 73

### 3.4.4 Otras piezas

Comenzaremos a describir el proceso de cada una de las piezas restantes, enumerándolas de arriba a abajo, comenzando por la solera de unión.

Esta pieza, que funge como unión entre la pieza conexión y el resto del apoyo, es simplemente una solera de acero inoxidable de 6.3 X 25.4 X 100 mm. que será cortada a la medida y barrenada en su eje central vertical tres veces. Dos de los barrenos servirán para que por ahí pasen pins de 1/4" X 1 1/2" que la fijarán a la conexión de aluminio. El último barreno servirá hacer pasar otro pin de 1/4" X 1" que será eje de giro de la pieza, uniéndola con el cople. Los tres barrenos serán de 1/4" como se indica en planos.

La siguiente pieza será denominada cople. Esta pieza une la solera de unión con la flecha de extensión. Se trata de barra de sección redonda de acero inoxidable de 1", la cual primeramente será cortada y montada en el torno para seguir con sus maquinados. Primero se carea a la medida para posteriormente barrenar con broca de 15/64" y 1/2", 20 mm. en su parte inferior para ensamblar la flecha de extensión. Posteriormente se hacen los chafianes con torno en cada uno de sus extremos y se pule la pieza. En la fresadora, se ranura la parte superior de la pieza en su parte central con un cortador plano de 1/4" con una profundidad de 20 mm. Por último, se coloca la pieza en forma horizontal para barrenar a 1/4" ( para que pase el eje de giro de la solera ) y a 13/64" para que pase un pin que fijará la pieza a la flecha de extensión. Por último, se pule nuevamente la pieza.

La siguiente pieza será llamada flecha de extensión, puesto que es la que permite elevar o disminuir la altura del apoyo. Esta flecha está hecha de tubo de acero inoxidable de 3/4" x 560 mm. La flecha deberá ser barrenada para que pase un pin de fijación. Finalmente, la pieza es pulida.



La pieza que permite la unión entre patas y flecha de extensión será denominada hexágono, debido a su configuración. Para fabricar esta pieza, se necesita barra de sección redonda de aluminio de 73.2 mm ( 3" ). Se corta y se carea a 35 mm.; se atraviesa en torno con broca de 7/8" para que la pasa-flecha pase justa; se tornean radios y chafanes como se indica en planos. De ahí pasa a la fresadora, donde con un cortador, se harán los saques que definirán el hexágono. Posteriormente se hacen los fresados por donde pasarán los conectores de las patas, con cortador plano de 3/8". Se barrenan las paredes con broca de 3/16" para dar paso a los pins que la unirán con los conectores de las patas. Se barrena una de las caras con broca de 3/16" y se machuela este último barreno.

Por dentro de esta pieza, correrá un empaque de nylamid que abrazará a la flecha de extensión. Esta pieza será torneada y posteriormente fresada.

El conector de cada pata, será fabricado con barra de sección redonda de 3/4" de acero inoxidable torneada y fresada a fin de que pueda ensamblarse al hexágono por medio de pins de 3/16" como se indica en planos.

Los regatones de cada una de las tres patas principales y de la flecha de extensión, serán fabricados con barra de sección redonda de nylamid de 3/4". estos serán cortados y formado en su totalidad, en el torno. Se ensamblan.

La pieza que hemos denominado roldana, será primeramente barrenada teniendo 24° de inclinación en el taladro de banco, tras haber pasado broca de centros. Posteriormente se recortará el perímetro de la figura y se pulirán todos los cantos.

### 3.4.5 Ensamble

Una vez que contamos con todas y cada una de las piezas terminadas en sus procesos y acabados, se realiza la operación de ensamble. Para efectos prácticos, describiremos la



operación de ensamblado de la misma manera que hemos descrito los procesos; en orden descendente.

El apoyo termoformado se une a la conexión ( pieza de fundición ) mediante el uso de un adhesivo de tipo industrial comercializado por la compañía "Loctite". Se ha resuelto utilizar este medio de ensamblado debido a las ventajas que ofrece al permitir que la cara anterior del termoformado que limpia física y estéticamente, además por la resistencia mecánica que presenta. Esta unión deberá dejarse curar por espacio de 30 minutos aproximadamente.

La conexión es ensamblada a la solera de unión mediante 2 pins de 3/16" X 1 1/4", introducidos a través de los barrenos dispuestos para ello, tanto en la conexión, como en la solera de unión.

La solera de unión es unida al cople mediante otro pin, esta vez de 3/16" X 1". Para ello, debemos observar que el radio dispuesto en la parte inferior de la solera de unión para tener un limitado grado de giro, quede orientado hacia la parte anterior del apoyo.

El cople es unido a la flecha de extensión por medio de un pin de 3/16" que pasa de lado a lado del cople, atravesando a su vez, la flecha.

Se ensambla el empaque de nylon al hexágono, introduciendo este primero por la parte superior del segundo.

Cada una de las patas se coloca en posición a fin de pasar un pin por los barrenos dispuestos para ensamblar patas con hexágono.

Una vez ensamblada la estructura principal, se colocan los regatones en su lugar y se adhieren a las patas con adhesivo de consistencia tipo gel, base clonocillato.



### 3.5 Memoria descriptiva

A continuación, se pretende describir a detalle cada uno de los elementos que componen al llamado "Apoyo Anatómico para Cirujano" que fue diseñado.

Se pretende plasmar en unas cuantas páginas, lo que entenderíamos como una fotografía hablada del producto, ayudándonos de pequeños esquemas.

Comenzaremos por describir el apoyo que tiene directo contacto con el médico cirujano. Este está compuesto por una estructura que pretende copiar lo más fielmente posible, la forma del cuerpo humano en su parte posterior, desde la primera vértebra lumbar, hasta una pequeña distancia por debajo de la altura de la ingle. Esta pieza tiene varias características especiales que le confieren la posibilidad de ser ergonómicamente funcional, resistente y adaptable a un gran número de personas dentro de la población médica. A continuación hablaremos de dichas características.

En primer término, la ergonomía. Este apoyo tiene como principal función el aliviar en buena medida el cansancio que sufre el médico cirujano durante una intervención.

Para ello, se ha dispuesto una pieza termoformada que copia la configuración de la columna vertebral en los segmentos deseados, pieza que recibe y mantiene al médico en posición sedente, es decir, semi parado y a su vez, recargado en el apoyo.

En la parte superior de la pieza encontramos una sección esbelta y convexa que servirá al médico como apoyo a la zona lumbar. Esta sección se define en el diseño como una parte angosta o esbelta puesto que cuenta con tan solo 130 mm. de ancho, superficie con la cual puede ser cubierta la necesidad de apoyo en la zona descrita.



Más abajo, en la zona de los glúteos, podemos encontrar una zona cóncava, que se adapta a la forma de los mismos. Dicha zona en sus partes laterales, no pretende cerrar hacia la parte frontal del cuerpo, sino por el contrario, se limita a ser lo mínimo indispensable para cubrir la necesidad de apoyo del médico. De esta manera, es como el apoyo permite por su propia forma, ser utilizado por hombres y mujeres de distintas medidas.



La parte inferior del apoyo de termoformado nuevamente vuelve a ser una parte estrecha con el fin de no representar un estorbo para el libre movimiento de las extremidades inferiores del médico. Esta sección ha sido proyectada de tal manera que cumpla con la función principal la de apoyo. Debemos mencionar que está proyectada de tal manera que se adapte al cuerpo humano de la mejor y más versátil manera.



Cabe mencionar que el diseño de esta pieza, no permite el directo y exclusivo apoyo de las tuberosidades isquiáticas del usuario, a fin de eliminar la posibilidad del cansancio o entumecimiento provocado por prolongados períodos de tiempo en que son apoyadas y por la falta de movilidad de la extremidades inferiores del médico.

El apoyo de termoformado del cual hemos estado hablando es, en su totalidad, una pieza de plástico ABS formada al vacío. El hecho de haber escogido dicho material y proceso no resulta del azar, sino que obedece a las necesidades ergonómicas, funcionales y económico-sociales de las cuales ya se ha hablado con anterioridad; esta pieza, al igual que todo el diseño en sí,

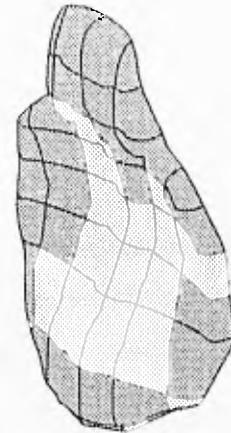


pretende ser de muy bajo costo, de procesos de fabricación y manufactura lo más sencillos posible y al alcance de la micro-industria mexicana.

La elección del material para el termoformado responde a las propiedades que dicho material nos proporciona. Como ya se ha mencionado, el plástico ABS está compuesto por tres distintas sustancias químicas ( Acilonitrilo, Butadieno y Estireno ), cuya combinación nos brinda un alto grado de dureza, gran flexibilidad y tenacidad; alta resistencia y colorabilidad, así como una limitada resistencia al calor ( 105° C. ), humedad y electricidad.

Por el hecho de ser una pieza de formado al vacío, requiere de una serie de nervaduras que la estructuren sin resultar un estorbo para el diseño y su funcionalidad.

Por ello es que el apoyo ha sido proyectado con cinco nervaduras que atraviesan la pieza en su totalidad; dos en el sentido vertical y tres en el horizontal. Dichas nervaduras van de la parte ventral de la pieza, hacia su parte posterior con el fin de no lastimar al usuario, describiendo una forma similar a la de un caparazón. Así mismo, a fin de estructurarlo resultó necesario tomar a partir del termoformado un angosto filete de material a lo largo de toda la periferia de la pieza. Por último, el diseño de esta pieza y de sus moldes permite su fácil reproducción, gracias a los ángulos de salida que han sido previstos en el molde, así como a los radios y curvaturas de la misma pieza.



Por su diseño, material, procesos de fabricación y manufactura, esta pieza resulta la mejor opción para la necesidad que se debe cubrir.

Para unir toda la estructura del apoyo con la pieza de termoformado, se diseñó una pieza de fundición de aluminio que soportará las cargas a las que estará sujeto el apoyo. El proceso de fundición consiste en hacer moldes, preparar y fundir el material; vaciar el metal en el molde,



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

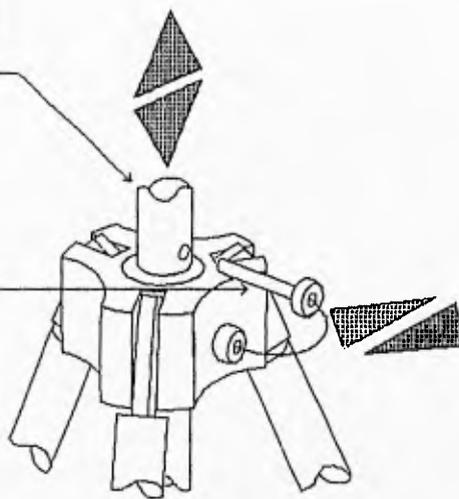
apoyo anatómico para médico cirujano 79

limpiar superficies y recuperar la arena para volver a usarla. El aluminio resultó ser un material que soportara el esfuerzo mecánico al cual será sometida la pieza y por sus características de baja corrosión y ligereza, resultó ser el material adecuado para dicho efecto. Dicha pieza de fundición requiere de operaciones de maquinado posteriores a la fundición a fin de poder unirla a la estructura del apoyo anatómico. La pieza de fundición llamada conexión, será unida al apoyo de termoformado por medio de un fuerte adhesivo a fin de dejar la superficie frontal del mismo, limpia tanto física como visualmente.

A esta pieza de conexión, se ensambla una solera que permitirá un giro limitado en sentido antero-posterior a fin de que al momento en que el médico necesite ejercer fuerza física o simplemente pararse por un momento, el apoyo lo acompañe en su viaje al frente.

Como es natural, las medidas antropométricas de la población médica varían como en cualquier otro sector de nuestra población. Es por ello, que se ha dispuesto un sistema de extensión que permite elevar o disminuir la altura del apoyo a fin de que pueda ser usado por cualquier persona. Es así que la altura de nuestro apoyo podrá ser ajustada a placer mediante dos simples operaciones.

En primer lugar, se eleva la **flecha de extensión** hasta la altura deseada para posteriormente colocar el perno de fijación, mismo que no permitirá en primer lugar, que el apoyo pierda la posición asignada y en segundo lugar, que el apoyo gire con respecto a su posición de uso. Este **perno de fijación** fué asegurado con cable de acero a fin de que esta pieza esté integrada al apoyo y no sea perdida.

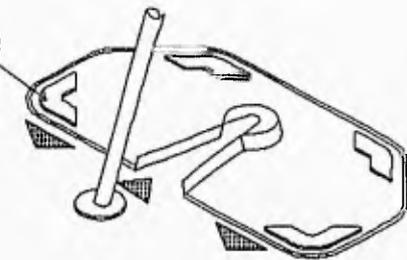


La parte media tiene varios elementos que permiten el correcto funcionamiento del apoyo anatómico. En primer lugar, tenemos una pieza que hemos denominado hexágono; fabricada en aluminio por su ligereza, alta resistencia a la corrosión, facilidad de maquinado y por ser agradable a la vista de acuerdo al contexto en el que se encontrará. Esta pieza permite unión entre la parte superior y la inferior del apoyo. De igual forma, permite plegar y desplegar las patas hacia el centro del apoyo para su operación o guardado.

Las patas del apoyo anatómico están constituidas por tres tubos de acero inoxidable, de diámetro 19.01 mm. La aleación utilizada es AISI 304 debido a lo beneficios que esta nos brinda en cuanto a resistencia, durabilidad y estética. Además debemos mencionar que se utiliza una aleación de la serie de los 300 por sus especiales características sanitarias; es así que la normatividad norteamericana exige que todo aquello que tenga contacto con alimentos y flujo de comestibles, sea hecho de material de esta naturaleza.

La parte inferior de la pata delantera está provista de una pieza circular de placa de acero inoxidable de 3.1 mm que en unión a la huella, da estabilidad al apoyo anatómico. Esta huella está fabricada con una delgada lámina de acero inoxidable por un proceso de troquel, en el que se da la configuración deseada a la pieza tanto para funcionamiento como para resistencia mecánica.

Esta pieza define en su eje longitudinal una corredera para deslizar la pata frontal del apoyo hasta un descanso en el que se situará durante la operación del aparato. La pieza cuenta con cuatro pequeños altoparrelieves que servirán en primer lugar como referencia espacial para el médico en cuanto a su posición en el piso y, en segundo lugar para ubicar en la parte inferior pequeñas piezas de vinilo sólido presujado y adherido a la pieza de acero a fin de crear resistencia al deslizamiento del apoyo, actuando la fricción en contra del piso del quirófano.



Como sabemos, el médico cirujano no debe encontrar obstáculos en sus piernas o en su parte anterior; el tráfico de personal dentro del quirófano es limitado y las personas que lo hacen, deben estar al menos a 50 cm. de la espalda del médico; se requiere de tres puntos de apoyo al piso a fin de asegurar una firme posición y asentamiento del apoyo anatómico sobre el piso; la angulación de cada uno de los tramos de tubo que conforman las patas responde a la necesidad de contrarrestar el peso que se ejerce sobre la estructura, donde el centro de gravedad del usuario se encuentra a la altura de la cintura y la resultante del vector "peso" se proyecta hacia la parte posterior del médico.

Cada una de las tres patas tiene en su parte terminal un pequeño regatón de nylon, maquinado a fin de actuar con la angulación de cada pata y así asegurar el correcto asentamiento sobre el piso.

Al final de la intervención quirúrgica, se podrá retirar el apoyo, deslizándolo esta vez hacia el frente a lo largo de la corredera de la huella, se plegarán las patas y se guardará junto con la huella, hasta la siguiente intervención.

Así es como se ha constituido el apoyo anatómico para cirujano, tomando en cuenta las directrices básicas para su diseño y funcionamiento; así es como se pretende obtener un objeto ligero, limpio, innovador, seguro, resistente y funcional.

### 3.6 Planos

82 apoyo anatómico para médico cirujano



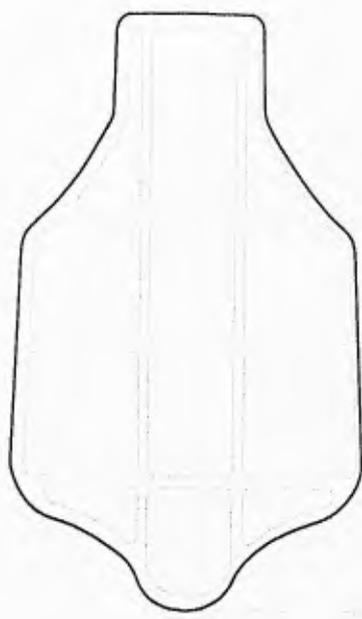


Fig. 100



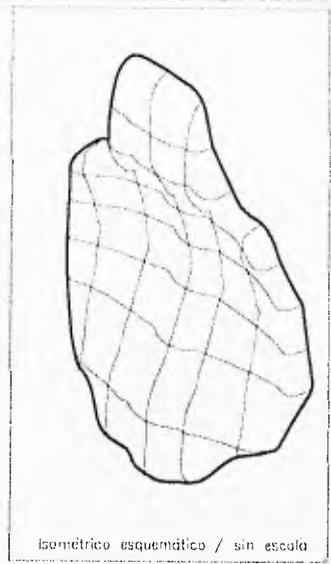
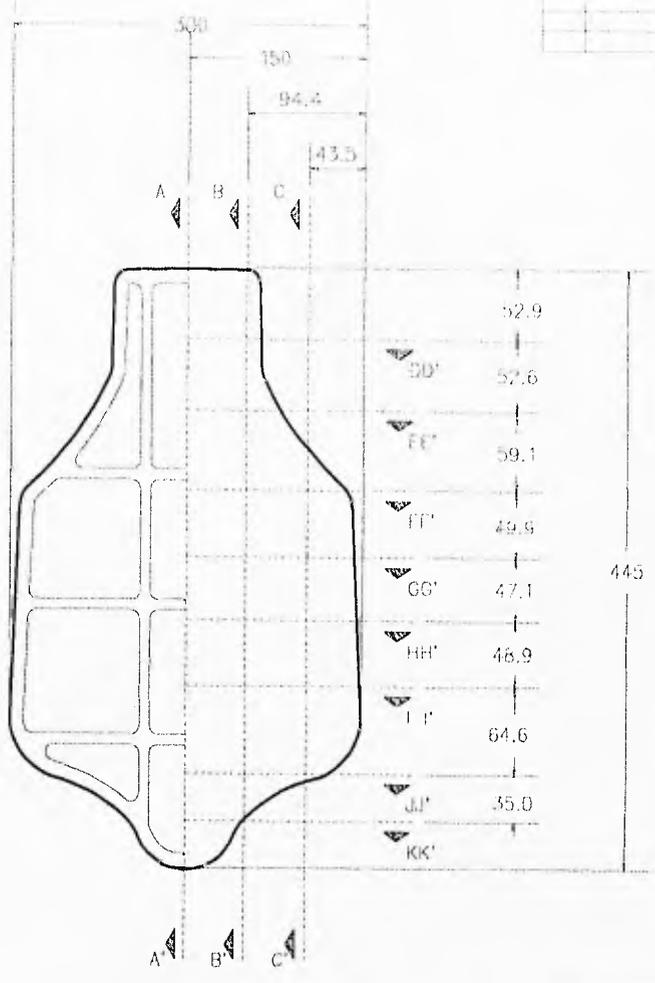
Fig. 101



Fig. 102

	Total number of items	100	100
	No. of items	100	100
	Other details	100	100

no.	aport.	modificación	fecha	autor/zo



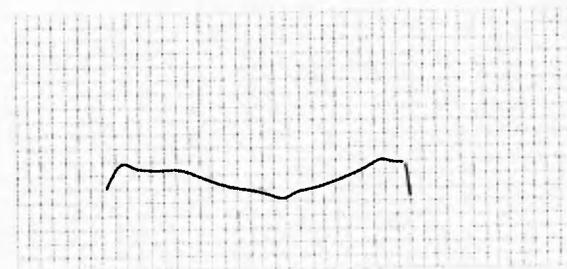
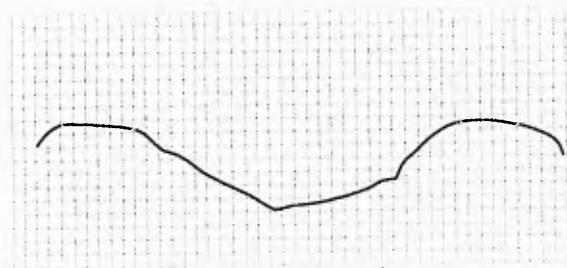
Vista Frontal

	Adrián Caballero Sandoval	fecha Jun 96	arco 3 1 1 5
	Apoyo Termofarmado	personal	⊕ ⊖
	Vista Frontal / Referencia de Cortes	calas mm	2 / 23

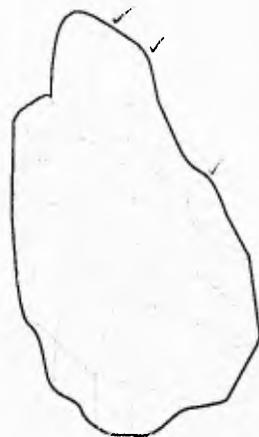
Tesis presentada al CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL/UNAM



ECG B ✓



ECG C ✓



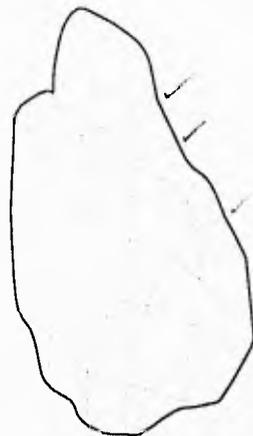
Hand-drawn anatomical diagram of a heart.

	Age: 20 years old	sex: male	race: white
	Height: 170 cm	weight: 65 kg	BMI: 22.5
	Blood pressure: 120/80 mmHg	Heart rate: 75 bpm	ECG: normal

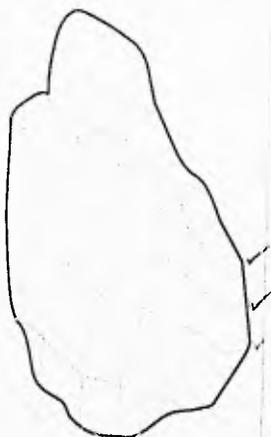
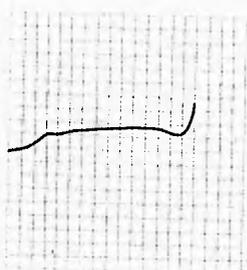
✓ 

✓ 

✓ 

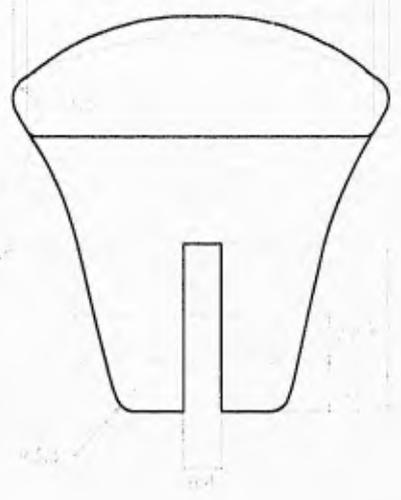
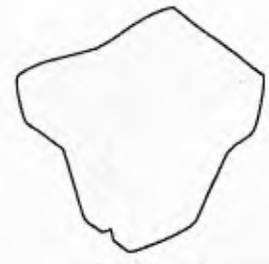


	Nome completo do aluno	____	____
	Nome transformado	____	____
	Classe	____	____

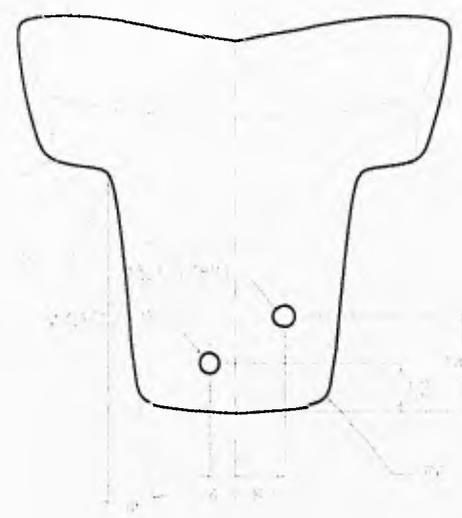


	Arbeitsnummer	Arbeitsjahr	Arbeitsort
	Arbeitsbeschreibung	Arbeitszeit	Arbeitsdauer
	Arbeitsdatum	Arbeitsmenge	Arbeitsleistung





Collar



Bodice

	Tipo de Lavadora Recomendada	Tipo de Tela	Tipo de Costura
	Tipo de Forro	Tipo de Botão	Tipo de Fecho
	Tipo de Encosto	Tipo de Cinto	Tipo de Pega



Placa de alumínio



Barra de aço



Placa de alumínio

	Nome Completo	Nome	Matr.
	Nome de usuário	Senha	Matr.
	Nome Completo	Matr.	Matr.

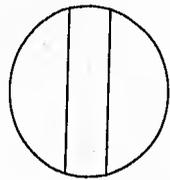
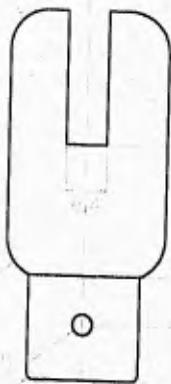


Figura 1 - Detalie  
1/1



R60  
R50 (1/4")  
R10

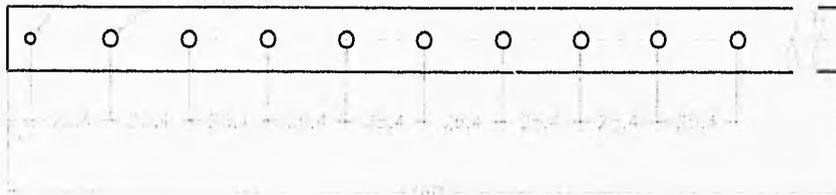
Figura 2 - Detalie



R60  
R10

Figura 3 - Detalie

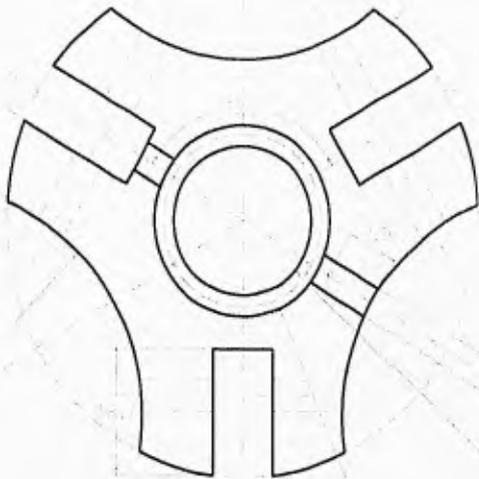
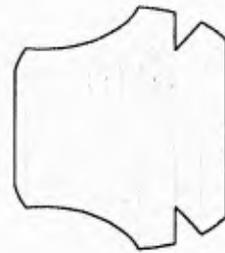
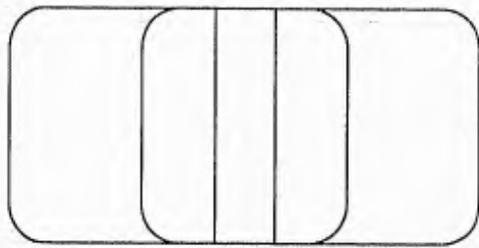
	Institutul de Cercetari si Dezvoltare Tehnologice si Ingineresti Bucuresti	Nr. 1 Str. 24 Sector 6 Bucuresti	1992 11/11
	Titlu de Proprietate Inventivitate	Inventor Inventor Inventor	1/1 1/1 1/1
	Titlu de Proprietate Inventivitate	Inventor Inventor Inventor	1/1 1/1 1/1



Vista Superior

Vista Auxiliar

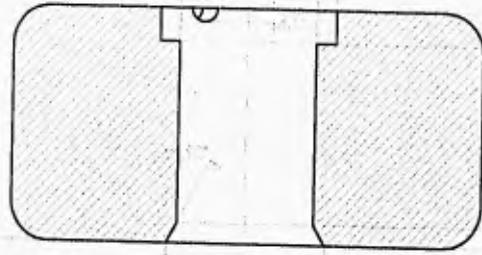
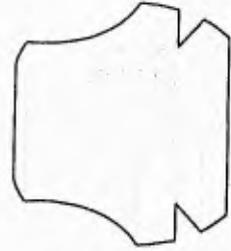
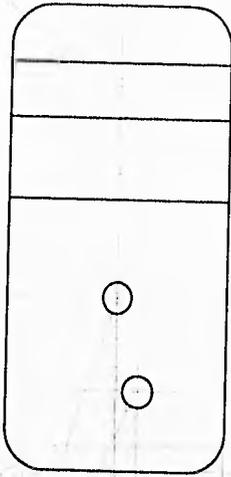
	Abrir Capoteo window	ctrl	ctrl
	Clase de extensión	ctrl	ctrl
	Vista General	ctrl	X



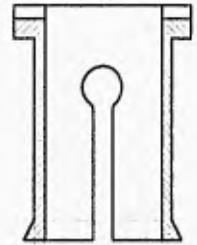
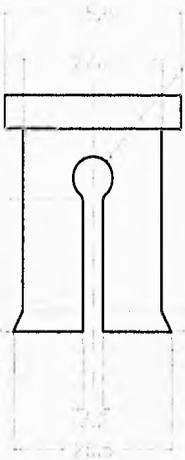
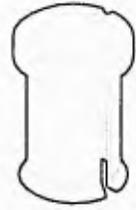
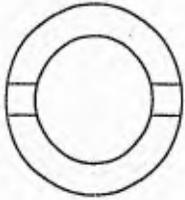
440 (170)  
220 (80)

	Vertr. Dienst des Bundes	Art.	10.00
	Navigation	10.00	10.00
	Vertr. Dienst	10.00	10.00

Vertr. Dienst



	Ambr. (Abaleto) - (Sendoal)	Size	100%
	Mixto (Sendo)	Price	48.00
	With (Generado) - (Sendo)	Size	1/2

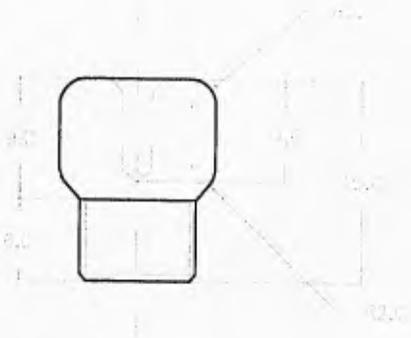
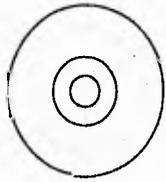


Vista frontal

Vista lateral

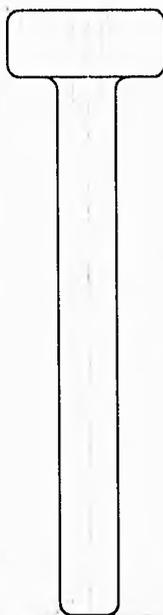
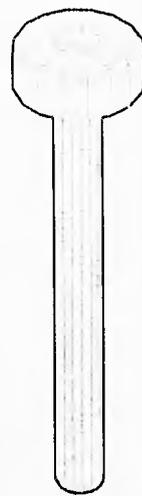
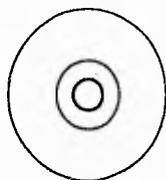
Vista trasera

	Asilo Católica Nacional Rua Alameda Carmona e Costa	Rua 101 1011-1 1011-1	1011-1 1011-1 1011-1

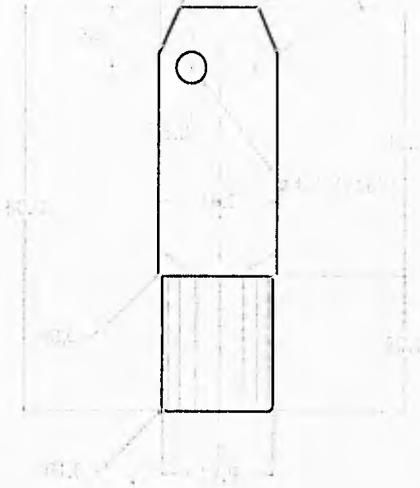
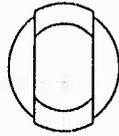


View Frontal

	By Adriana Gabriela Serrano	Scale 1:1	Sheet 1 of 1
	Design 1	Material Steel	Revision 1
	Client Delta Serrano	Drawn 1	Checked 1



	Copy - Eastern Standard	100	100
	Part 2	100	100
	Item Details	100	100



Vista lateral

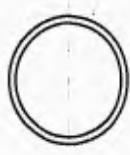
Vista lateral

Vista lateral

	Aviso: Caudales Variables	Tasa	100%
	Conectar pata	Unidad	100%
	Vista General	Tasa	100%



Vertical rectangular box with text below it.

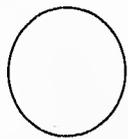


Label for the circular diagram.



Label for the two rectangular boxes.

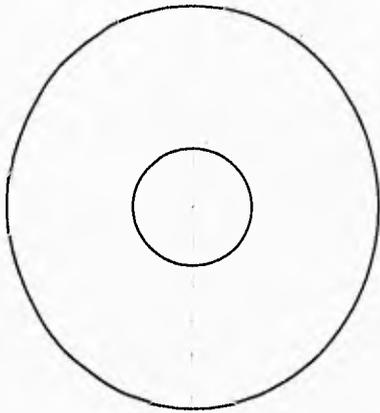
	Vertical Rectangular Box	Rate	1
	Circle	Rate	2
	Two Rectangular Boxes	Rate	3



1-9203, 4"

1-9203, 4"

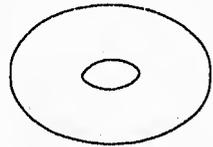
	1-9203, 4"	1-9203, 4"	1-9203, 4"
	1-9203, 4"	1-9203, 4"	1-9203, 4"
	1-9203, 4"	1-9203, 4"	1-9203, 4"



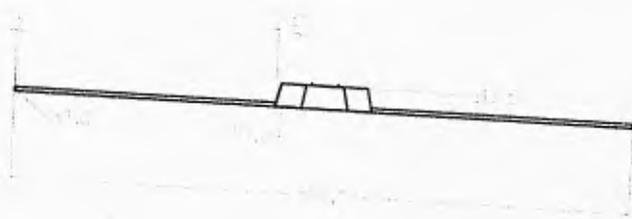
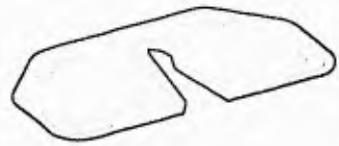
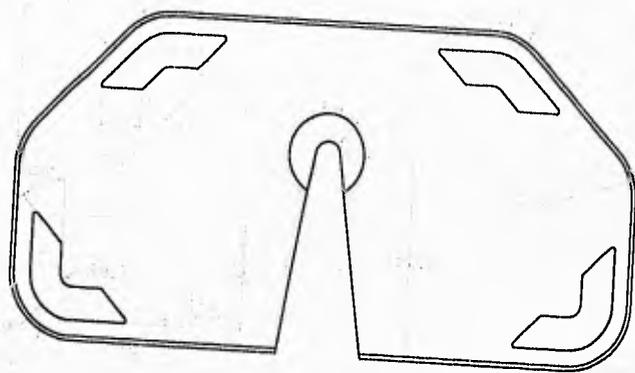
View from top



View from side



	Circle Diameter: 100mm	Scale: 1:1	
	Height: 50mm		
	Volume: 392,700 mm <sup>3</sup>		



	Adria Capelino Garza	1971	1971
	1971	1971	1971
	1971	1971	1971

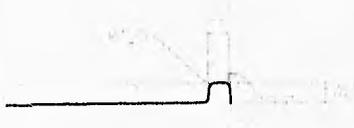
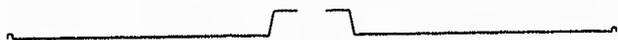
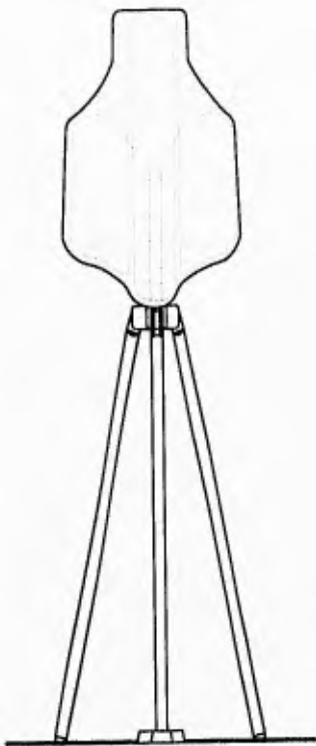


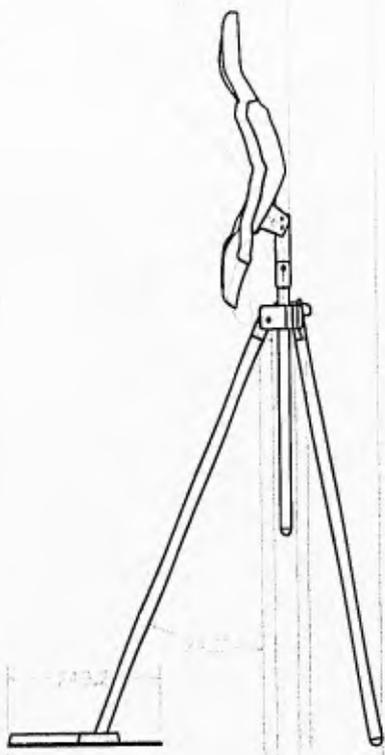
Figure 1

Figure 2

	Weight (Nominal)	1.00	1.00
	Length	1.00	1.00
	Center	1.00	1.00

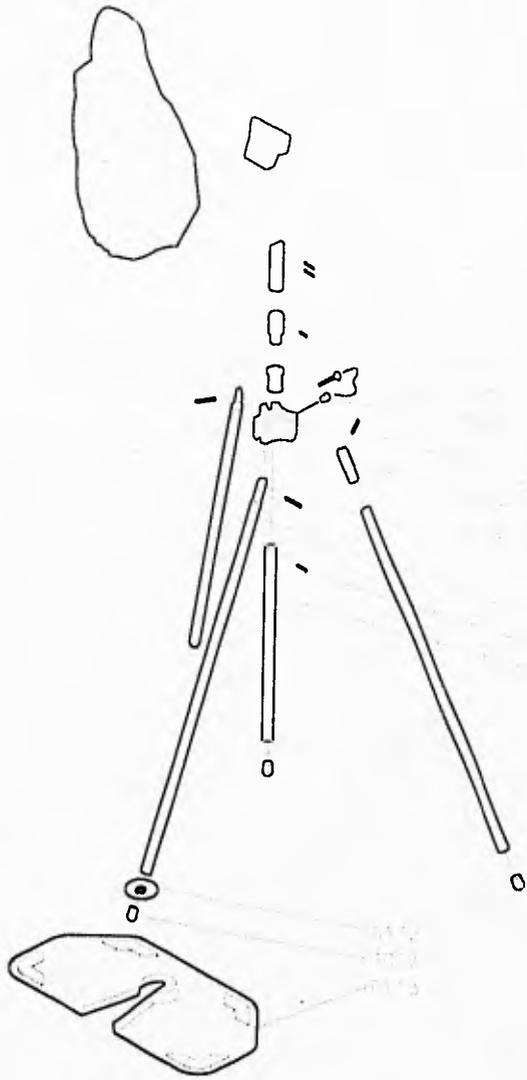


441.0  
450.1  
Vista Frontal



441.0  
450.1  
Vista Lateral

	Aplic. Simbolos Convenc.	100	100
	Aplic. Simbolos para areas de...	2000	4000
	Unidad generales	100	200



	Atención al Cliente	Atención	Atención
	Atención al Cliente	Atención	Atención
	Atención al Cliente	Atención	Atención

no.	Descripción	cant	material	proceso
101	Solera de unión	1	Solera de 1/4" x 1"	Corte, barrenado, fresado
102	Cople	1	Barra sección redonda de acero inoxidable AISI 304. 1" diám	Corte, torneado, fresado ensamble
103	Flecha de extensión	1	Tubo diám 3/4" AISI 304 cal 20.	corte, barrenado ensamble
104	Conector pata	3	Barra sección redonda 3/4" diám. AISI 304	corte, torneado, fresado ensamble
107	Perno 1	1	Barra sección redonda 1/2" diám. AISI 304	corte, torneado ensamble
108	Perno 2	1	Barra sección redonda 1/2" diám. AISI 304	corte, torneado ensamble
109	Pata	2	Tubo diám 3/4" AISI 304 cal 20.	corte ensamble
111	Pata delantera	1	Tubo diám 3/4" AISI 304 cal 20.	corte ensamble
112	Roldana	1	Lámina AISI 304 cal 11	corte, barrenado ensamble
113	Huella	1	Lámina AISI 304, cal 22, acabado P3	Troquelado
201	Cable perno	1	Cable de acero al carbón 3/32" diám	corte, niquelado ensamble
301	Pieza de fundición	1	Aluminio	Fundición por arena, fresado, barrenado, ensamble
302	Hexágono	1	Barra de aluminio, sección redonda, 3" diám.	Corte, torneado, fresado, barrenado, ensamble
1001	Apoyo termoformado	1	ABS laminado, cal 125; color blanco, acabado hersel	Extruido en lámina termoformado, suajado, ensamble
1002	Buje	1	Barra sección redonda, 1" diám. Nylamid	Corte, torneado, fresado ensamble
1003	Regatón	4	Barra sección redonda, 3/4" diám. Nylamid	Corte, torneado ensamble



1101	Vinilo	1	Vinilo sólido 1/8" espesor	sujado, adherido
2001	espiral pin de 1/8" x 3/4"	1	Acero al carbón	comercial
2002	espiral pin de 1/8" x 1"	2	Acero al carbón	comercial
2004	espiral pin de 3/16" x 1 1/2"	3	Acero al carbón	comercial
2007	espiral pin de 1/8" x 3/4"	1	Acero al carbón	comercial

84 apoyo anatómico para médico cirujano



Capítulo IV

# *Plan de negocios*

Plan de negocios

4.1 Empresa

Este apartado ha sido anexado al trabajo como parte de una estrategia de integración al mercado del nuevo producto. Desde un inicio fue contemplada la posibilidad de crear una micro-empresa con el producto aquí diseñado. Como ya se ha mencionado, la situación económica en la que nos encontramos inmersos requiere de nuevos y mejores esfuerzos para



apoyo anatómico para médico cirujano 85

reactivar la economía, creando más y mejores satisfactores con el orgulloso sello mexicano. El presente apartado fue desarrollado en conjunto con estudiantes del 8o. semestre de la licenciatura de Administración de Empresas de la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM para la convocatoria "Lanzamiento de producto". Los datos económicos referidos han sido actualizados de acuerdo a nuestra actual situación.

#### 4.1.1 Introducción

Como parte del programa de estudio de la licenciatura de Administración en la FCA, es necesario que los grupos que cursan el 8o. semestre lleven a cabo un trabajo que implique el lanzamiento de un producto, por tal motivo y en unión con un diseñador industrial, se ha creado un documento que permita mostrar una serie de conocimientos que se han ido acumulando a lo largo de la preparación profesional de ambas disciplinas.

El presente trabajo tiene como propósito fundamental proporcionar en forma ordenada y sistemática una visión de la empresa creada de manera conjunta y señalar las funciones encomendadas a cada departamento para delimitar responsabilidades y detectar emisiones, así como proporcionar información básica para la planeación de nuevos métodos administrativos, así como su implantación.

El producto, el cual está orientado a ser aplicado en el Sector Salud, es una consecuencia de las inquietudes del diseñador por integrarse a los problemas que le surgen al médico y un deseo por solucionarlos.

#### 4.1.2 Misión de la organización

La misión de la empresa denominada "Médica General, S. A. de C. V." será la de satisfacer las necesidades del médico cirujano proporcionándole comodidad y confort durante sus intervenciones quirúrgicas.

86 apoyo anatómico para médico cirujano



A través de la comercialización de aparatos e instrumentos médicos con características específicas, la empresa buscará:

- a) Satisfacer los objetivos financieros de sus socios participantes y hacerlos sentirse orgullosos de la manera en que se persiguen dichos objetivos.
- b) Proporcionar a sus clientes productos de calidad, así como servicios que faciliten su utilización. Responder a sus necesidades y deseos con el fin de superarlos.
- c) Ser considerados por los proveedores como una empresa de gran prestigio que aprecia los servicios que le proporcionan y aprenden de ellos.
- d) Proporcionar una vida de trabajo de alta calidad para todos sus empleados, independientemente de su rango o función, incluyendo oportunidades para el desarrollo personal.

#### 4.1.3 Objetivos Institucionales de la organización

- a) Introducir al mercado el producto denominado "Apoyo Anatómico aplicado a la Cirugía" considerando a nuestro mercado objetivo como hospitales particulares, hospitales públicos y clínicas privadas, estimando un volumen de venta de 1500 unidades en un periodo no mayor a un año, tomando en cuenta todos los factores envueltos en el lanzamiento del producto
- b) Cumplir con los intereses de los inversionistas al retribuirlos con dividendos justos sobre la inversión colocada. Las utilidades serán capitalizables en un periodo de 1996 a 1997 y el retorno de la inversión prevista para finales de 1997 será de un 24% antes de impuestos.
- c) Realizar un análisis financiero que se base en una proyección a futuro de 5 años tomando en cuenta presupuesto de gastos, de ventas, de utilidades y de inversiones, así como cuadros de flujo de efectivo, los cuales proporcionan la pauta de desarrollo de la compañía. Además de este plan de 5 años es preciso elaborar los planes anuales y dentro de cada año, las metas por meses.



d) Realizar reportes diarios del medio ambiente que rodea la empresa a fin de estar en contacto continuo con los cambios en los aspectos políticos, económicos y sociales del país; todo esto para minimizar o evitar las amenazas del futuro.

e) Obtener a futuro los fondos y suministros de capital que se utiliza en el funcionamiento de la empresa: esto será después de los dos primeros años, procurando disponer con los medios económicos necesarios para cada uno de los departamentos, con el objeto de que puedan funcionar debidamente y de acuerdo a los programas diseñados para la empresa.

### Objetivos sociales

a) Proporcionar al médico cirujano comodidad y confort durante sus intervenciones quirúrgicas a través de herramientas e instrumentos quirúrgicos de alta calidad, en las mejores condiciones de venta.

b) Proporcionar una vida de trabajo de alta calidad para todos nuestros empleados, independientemente de su rango o función, incluyendo oportunidades para el desarrollo personal.

c) Aportar el esfuerzo para mejorar y conservar los servicios médicos para la sociedad en un alto nivel de calidad, ofreciendo productos y servicios que sean benéficos para todos.

### Objetivo técnico

Utilizar los conocimientos más recientes y las aplicaciones tecnológicas más modernas en las diversas áreas de la empresa para contribuir al logro de los objetivos.



#### 4.1.4 Objetivos específicos de las áreas funcionales de la organización

##### Gerencia de mercadotecnia

El gerente de mercadotecnia tendrá las funciones de :

- a) Reunir los factores y hechos que influyen en el mercado para crear lo que el consumidor quiere, desea y necesita, utilizando una adecuada línea de comunicación ( publicidad, promoción, relaciones públicas), así como una eficaz planeación y desarrollo de estrategias de mercado, tomando en cuenta la naturaleza y misión de la empresa.
- b) Distribuir los productos utilizando un arrendamiento financiero de vehículos de transporte para la entrega de los mismos, procurando estar en el momento oportuno, en el lugar preciso y con el precio más adecuado.
- c) Llevar a cabo un análisis de las tendencias de las ventas, la posición del producto o productos que tenemos en el mercado y los objetivos de las ventas.
- d) Informar las tendencias que adquieren los precios con el fin de implantar controles sobre las operaciones de venta de producto.
- e) Obtener datos reales preparados por organismos gubernamentales o agencias publicitarias para determinar índices de precios por regiones, encaminado a determinar información sobre modos de sentir y actitudes del medio exterior a la organización.
- f) Llevar un estricto control de gastos de distribución para medir la eficiencia de la organización de ventas.
- g) Fijar políticas y normas de conducta encaminadas a brindar una imagen de la compañía que se distinga entre los clientes potenciales.



## Gerencia de compras

El gerente de compras tendrá la función de adquirir todos aquellos bienes y servicios que ayuden al logro de los objetivos establecidos por la institución, considerando para tal efecto diversos factores como son : calidad, precio, tiempo de entrega de los materiales y los artículos necesarios para el buen desempeño de los diversos departamentos de la organización, al menor costo posible, tomando en cuenta los requerimientos de calidad considerados y las características de nuestro negocio. Corresponde a la gerencia de compras:

- a) Adquirir los aparatos e instrumentos auxiliares, tomando en cuenta los requerimientos de calidad considerados, así como los precios y costos incurridos al obtenerlos para su respectiva comercialización en el mercado del campo médico.
- b) Organizar unidades de compradores clasificadas por tipos de artículos de tal manera que se distribuyan y especialicen las labores, con el propósito de conseguir una mayor eficacia en las transacciones.
- c) Realizar invitaciones a proveedores, a fin de evaluar cada uno de los aspectos relacionados con el producto o servicio que ofrecen.
- d) Seleccionar a los proveedores considerando los siguientes aspectos :
  - Calidad de los artículos recibidos.
  - Puntualidad en los envíos.
  - Concesión de descuentos por pronto pago.
  - Tendencia de los precios ( comparando proveedores ),
  - Lugar de entrega.
- e) Establecer una sección separada entre el personal del almacén, que se dedique a recibir las mercancías embarcadas por los proveedores. El personal encargado debe conocer las especificaciones de los artículos para estar en condiciones de inspeccionarlos, evitando posibles irregularidades.



f) Implementar un sistema de compras de emergencia con el fin de cubrir posibles contingencias y evitar un largo proceso de requerimiento. Debe tenerse un estricto control de este tipo de compras.

## Gerencia de finanzas

El gerente de finanzas será el encargado de la obtención de fondos y de el suministro del capital que se utiliza en el funcionamiento de la empresa, procurando disponer con los medios económicos necesarios para cada uno de los departamentos, con el objeto de que puedan cumplir con los objetivos generales.

a) Realizar los presupuestos de ventas, gastos, utilidades e inversiones, así como cuadros de flujo de efectivo; todo esto representado por un análisis financiero con una proyección a futuro de cinco años, elaborando planes anuales y dentro de cada año, las metas por meses.

b) Implantar un sistema de contabilidad eficiente que incluya algún tipo de control presupuestario, mismo que suministrará los datos fundamentales para ejercer un verdadero control financiero en el propósito de estar en condiciones de vigilar este aspecto básico de la administración.

c) Para efectos de control será necesario informar acerca de los siguientes aspectos financieros :

- Rendimiento de inversión.
- Utilidades netas sobre ventas.
- Ventas netas por cada peso de activo fijo.
- Índice de cobranza o plazo medio financiero.
- Comparaciones entre los distintos estados financieros ( cuadros de punto de equilibrio, Estados de flujo de efectivo, de origen, de aplicación de fondos , etc. ).



## Gerencia de recursos humanos

Su objetivo principal es el de conseguir y conservar un grupo humano de trabajo cuyas características vayan de acuerdo con los objetivos de la empresa, a través de un programa adecuado de :

- Contratación y empleo
  - Reclutamiento.
  - Selección.
  - Contratación.
  - Introducción o Inducción.
  - Promoción, transferencias y ascensos.
- Capacitación y desarrollo
- Sueldos y salarios
  - Análisis de valuación de puestos
  - Calificación de méritos
  - Remuneración y vacaciones
- Servicios y prestaciones
- Higiene y seguridad Industrial
  - Servicios médicos
  - Ausentismo y accidentes
- Planeación de recursos humanos
  - Inventario de recursos humanos
  - Rotación
  - Auditoría personal

Se realizará una estadística de tipo comparativo por departamentos y periodos acerca del clima en las relaciones humanas de la compañía, reportando en un Informe las medidas tomadas.





#### 4.1.5 Análisis del ambiente de la organización

La empresa denominada "Médica General, S. A. de C. V." tiene como objetivo principal comercializar aparatos e instrumentos quirúrgicos a partir de un capital social fijo de \$ 2 000 000.00 M. N. El objetivo de la inversión es el de hacer que nuestros inversionistas obtengan el 24% de rendimiento sobre su inversión, basándonos en un profundo análisis macro-económico a futuro de nuestro país.

El valor nominal de cada acción será de \$ 1 000.00 M. N. teniendo un total de 2 000 acciones.

##### - Macroeconomía

Esta nueva empresa tiene como objetivos inmediatos entrar a competir en el mercado de aparatos e instrumentos quirúrgicos, encontrando como líderes en el mercado a empresas tales como : " Comercializadora y Distribuidora Metropolitana", Distribuidora ABC Welch Allyn Tycoas", " Distribuidora de Instrumentos Médicos y Equipos" y " Distribuidora de Material Quirúrgico HILTE".



apoyo anatómico para médico cirujano 93

#### 4.1.6 Políticas de venta

Una vez realizado un severo análisis de la situación en la que vivimos, el Consejo de Administración toma la decisión de seguir las siguientes políticas :

- A las ventas de contado se les otorgará un descuento del 5% sobre el monto total de la venta.
- A las ventas superiores a los \$ 10 000.00, se les considerará un crédito de quince días.
- En ventas que rebasen los \$ 10 000.00, el flete correrá a cargo de nuestra empresa.
- Si la venta es pagada con tarjeta de crédito, se cobrará una comisión del 6%.
- Solamente se aceptarán cheques certificados.
- La venta debe realizarse como venta personal y solo en casos extraordinarios por vía telefónica.
- De conformidad con el contrato realizado con nuestros proveedores, la garantía que se ofrece será respaldada de manera compartida con un 75% por los proveedores y el 25% restante será responsabilidad propia.
- Procurar mantener las ventas y la participación de mercados en el plazo inmediato, concentrando el trabajo de ventas a los hospitales más grandes.
- Hacer determinación de clientes meta probables, así como normas de visita.

#### 4.1.7 Políticas de compra

- Debe existir una cartera de proveedores.
- Realizar análisis de quién es el proveedor que ofrece mejores condiciones de venta y acudir al que más convenga.
- Debe existir un control de inventarios que nos permita detectar la necesidad de compra.
- El departamento de compras será el encargado de mandar al almacén la orden de compras para que la mercancía recibida, sea requerida.



- Todas las facturas enviadas por el proveedor deberán estar estrictamente foliadas.
- Tener un análisis de pago a proveedores, avatando la transacción.

+ Estrategia de la mezcla de mercadotecnia

Una vez analizados los resultados obtenidos en la investigación de mercado ( mismos que ya han sido anexados dentro del documento de Tesis ), logramos observar el medio al cual nos interesó integrarnos, a partir de una adecuada definición y medición del mercado y de una delimitación de nuestros clientes potenciales, así como de la competencia.

Por las características de esta empresa y por la naturaleza de nuestra misión, es necesario recalcar que representamos una empresa de nueva creación, en donde la creación del Apoyo Anatómico resulta una medida estratégica que ayudará a la empresa en su etapa de introducción al mercado.

La estrategia general de mercadotecnia será :

Introducir al mercado el producto denominado "Apoyo Anatómico" cuya incursión en el campo de la salud servirá como apoyo a la apertura de la comercialización de aparatos e Instrumentos médicos . " Médica General, S. A. de C. V. ".

Para continuar con lo anterior, se han planeado una serie de pasos y actividades encaminadas a dar a conocer el producto entre nuestro clientes potenciales.

#### 4.1.8 Distribución

El mercado del cual nos ocupamos es muy específico, por tal motivo nuestras acciones se delimitan enormemente. Para diseñar la distribución que vamos a utilizar, debemos recordar que nuestro trato con el cliente será directo, no habrá ninguna etapa de intermediarismo; de esta forma los beneficios que se otorgan al cliente correrán en gran parte por nuestra cuenta. Las distribución de nuestros productos se harán tomando en cuenta los siguientes factores :



apoyo anatómico para médico cirujano 95

- Localización geográfica de hospitales y clínicas, por lo que las zonas a cubrir serán : zona centro, norte y sur del Distrito Federal y área metropolitana.
- Se utilizará un sistema de arrendamiento de autotransporte para llevar a cabo la entrega del producto. Dicho contrato de arrendamiento se realizará por un periodo de 18 meses.
- Los beneficios para los clientes se harán efectivos tanto por responsabilidad propia como por la del fabricante, es decir que, en factores como tales como garantía, servicio técnico, seguros y tiempos de entrega, se realizará una alianza con nuestros proveedores a fin de respaldar debidamente dichos aspectos.
- Se manejarán marcas de prestigio en material exentando al Apoyo anatómico a fin de obtener aceptación y reconocimiento en el mercado, siempre bajo la consigna de satisfacer el pronóstico de ventas calculado para este último en 1 500 unidades en un periodo no mayor a un año.

#### 4.1.9 Publicidad

Una de las estrategias de publicidad es dar a conocer el producto al consumidor en un periodo no mayor a tres meses a partir de la fecha de lanzamiento.

Nuestro propósito general para desarrollar una estrategia de comunicación se ha concentrado primeramente en la definición y medición del mercado, sabiendo de antemano que nuestros clientes representan un segmento muy específico y en consecuencia, los medios para llegar a ellos son también muy reducidos. Por lo anterior, la estrategia buscada será :

- Crear conciencia, Informando quiénes somos como empresa y que nuestro producto existe, ofreciendo grandes beneficios.
- Informar sobre las características de nuestro producto y el porqué se le considera útil para nuestros clientes, fomentando un cambio en sus patrones tradicionales de comportamiento.
- Los medios publicitarios utilizados serán :



Comunicación a través de desplegados en revista médicas como :

- " Revista Médica "
- Gaceta local ( para cada Institución )
- " Mundo Médico "
- " RM Medicina "

Otorgando de esta forma, los tres primeros meses al conocimiento de la empresa y el tiempo restante a seguir la publicidad de nuestro producto ( arrancada desde su lanzamiento ) mediante publicaciones semanales. Al cabo de los tres primeros meses, la publicidad será menos intensa, siendo combinada con la fuerza promocional; es así que se emitirán y distribuirán folletos dirigidos a cirujanos y directores de hospitales y clínicas.

La publicidad se realizará en cooperativa con los fabricantes dividiendo los costos en partes iguales.

#### 4.1.10 Promoción

Con el fin de apoyar la estrategia de comunicación, se han planeado una serie de decisiones para que el consumidor final obtenga un beneficio alterno con la compra de nuestro producto, es decir que, se inducirá a la compra proponiendo ciertas medidas que beneficien al consumidor final y a la empresa, tales como :

- Distribución de atractivas invitaciones a los clientes potenciales, a fin de que asistan a diferentes presentaciones del producto, en distintos recintos del área metropolitana.
- Ofrecer descuentos de acuerdo al volumen de compra.
- Asegurar calidad y resultados del producto, en caso contrario, el dinero pagado será devuelto.
- Ofrecer descuentos por pronto pago.
- Se ubicarán 10 apoyos en distintas instituciones sin costo alguno como promoción.



apoyo anatómico para médico cirujano 97

## Estrategias

- Realizar eventos organizados por " Médica General, S. A. de C. V. " para presentar su producto a cirujanos y directivos de hospitales y clínicas.
- Asistir a convenciones médicas para presentar el producto, previa inscripción.
- Realizar visitas a los hospitales y clínicas a fin de ofrecer demostraciones de nuestro producto, mismas que serán programadas mensualmente y de conformidad con la planeación geográfica.

## Tácticas

- Se reclutarán y organizarán unidades de vendedores a capacitación y especialización, a fin de conseguir mayor eficacia en las transacciones realizadas en demostraciones y eventos alternos.
- Se darán a conocer las políticas de venta vía correo postal.
- Se realizarán folletos informativos con material gráfico, mismos que será distribuidos por nuestros colaboradores en los diferentes centros de demostración.

## 4.1.11 Precio

Debo mencionar que la totalidad del apoyo ha sido cotizado en maquila y algunos gastos extras han sido sumados al costo final como parte de los gastos de operación de la empresa misma. Resulta interesante encontrar el punto de equilibrio que deberemos mantener y, a mediano plazo, rebasar a fin de lograr la autosuficiencia. Para ello se presenta a continuación las tablas referentes a costos, inversión inicial, pasivos fijos y el punto de equilibrio. Estas tablas están referidas a datos económicos de Julio de 1996.



**Precio del Producto**

concepto	desglose	cantidad
Costo de maquila		\$ 801.72
8% Gastos de operación ( empaque )	\$ 64.13	\$ 865.85
5% Gasto equivalente al crédito otorgado	\$ 43.30	\$ 909.15
5% Gasto equivalente al descuento otorgado	\$ 45.45	\$ 954.60
5% Gasto equivalente al flete ( área metropolitana )	\$ 47.73	\$ 1,002.33
8% Comisión por venta	\$ 80.18	\$ 1,082.51
30% Utilidad	\$ 324.79	\$ 1,407.30
<b>Precio final al consumidor</b>		<b>\$ 1,408.00</b>

Utilidad bruta ( antes de impuestos )

**\$ 325.49****Gastos de Inversión Inicial**

concepto	desglose	cantidad
Mobiliario de oficina		\$ 23,000.00
Equipo de cómputo		\$ 43,000.00
Matrices para troquel de la huella		\$ 61,200.00
Transformación del ABS		\$ 78,000.00
Gastos de Imagen corporativa ( papelería )		\$ 6,000.00
Publicidad Inicial		\$ 24,000.00
1 anuncio de 1/2 pp en tres revistas 1er. mes	\$ 6,000.00	
1 anuncio de 1/2 pp en tres revistas 2o. mes	\$ 6,000.00	
1 anuncio de 1/2 pp en tres revistas 3er. mes	\$ 6,000.00	
1 anuncio de 1/2 pp en tres revistas 4o. mes	\$ 6,000.00	
Enganche camioneta ( VW Combi mod. 95 )		\$ 29,600.00
Seguro camioneta ( anual / cobertura amplia )		\$ 9,900.35
10 Protolipos entregados como promoción	\$ 801.72	\$ 8,017.20
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 282,717.55</b>

Amortizando el monto total de Inversión en un plazo de 36 meses, la empresa deberá cubrir \$ 7 853.26 mensualmente.



apoyo anatómico para médico cirujano 99

Egresos mensuales		
concepto	desglose	cantidad
Renta de oficina		\$ 3,400.00
Sueldos		\$ 19,746.00
4 gerencios	\$ 12,000.00	
3 secretarías	\$ 1,800.00	
6 vendedores	\$ 3,600.00	
Contribuciones	\$ 2,346.00	
Gastos de transporte		\$ 4,000.00
Teléfono		\$ 2,000.00
Luz		\$ 200.00
Agua		\$ 150.00
Medios de publicidad		\$ 820.00
Eventos y presentaciones		\$ 2,000.00
Mensualidad fija / financiamiento camioneta		\$ 3,970.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 36,286.00</b>
5% imprevistos	\$ 1,814.30	<b>\$ 38,100.30</b>

Pasivo mensual fijo	
Por concepto de inversión inicial	\$ 7,853.26
Por concepto de egresos mensuales	\$ 38,100.30
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 45,953.56</b>

Punto de equilibrio	
Pasivo mensual fijo / Utilidad = Unidades a vender	141.18 U's
\$ 45,953.56 / \$ 325.49	<b>\$ 198,785.24</b>

Esto quiere decir que para alcanzar el punto de equilibrio en la empresa de acuerdo con el balance de egresos mensuales, las ventas deberán alcanzar los \$ 198 785.24 al mes.

100 apoyo anatómico para médico cirujano



Considerando que el pronóstico de ventas del Apoyo Anatómico es de 1500 unidades en un año solo en área metropolitana, estamos cerca de cubrir el pasivo mensual de la empresa con este nuevo producto, sin embargo debemos recordar que el giro de la empresa incluye también la importación y comercialización de equipo médico de toda índole, concluyendo de esta forma que el volumen de venta requerido puede ser alcanzado con otros medios y la empresa no deberá subsistir exclusivamente de la venta del Apoyo Anatómico, considerando además que este apoyo requiere de un periodo de entrada y conocimiento en el mercado estimado en tres meses.

Por otro lado, la administración de la empresa ha planteado como un imperativo la formulación de planes de desarrollo que tengan presente una perspectiva a largo plazo. De acuerdo con los objetivos formulados por la empresa, el éxito dependerá de la adecuada definición e implantación de estrategias organizacionales y de la correcta asignación de recursos humanos para la ejecución de las mismas.

#### 4.2 Costos de producción

Pensando en una producción inicial que cubriera el Distrito Federal y área metropolitana, se cotiza en base a 1 500 piezas, como lo ha indicado el estudio de mercado. A continuación se enumeran los materiales con costos de producción y manufactura por pieza. Los costos están referidos a lo cotizado en junio de 1996. Cabe mencionar que varios de los materiales mencionados son cotizados en dólar norteamericano en nuestro país, por lo que se ha calculado \$ 7.60 / dólar norteamericano.



#### 4.2.1 Apoyo termoformado de ABS

Para el termoformado, se necesita extruir lámina de ABS con un espesor de 125/1000" para obtener láminas de 75 X 55 cm. De esta manera, cada placa de estas dimensiones tiene un peso aproximado de 1.265 kg, por lo que se requiere una producción total de 1897.5 kg. La extrusión se cotiza en \$ 32.10 / kg., por lo que cada pieza laminar para termoformar tiene un costo de \$40.60

cotizado en Plásticos Especializados

El costo de la maquila de termoformado tiene un costo de \$ 11.40 / pieza en producción de 1500. cotizado en Proarce

Por lo que el costo final de maquila del apoyo de termoformado es de \$ 52.00 / pieza.

#### 4.2.2 Pieza de fundición

Para esta pieza de fundición de aluminio en moldes de arena, cada una de las piezas tiene un costo de maquila de \$ 30.00, considerando ya los maquinados que la pieza involucra, en volumen de 1 500 piezas.

cotizado en taller de fundición y metal-mecánica

#### 4.2.3 Solera de unión

En presentación estandarizada, este material viene en tramos de 3.05 m. Por el tamaño de la pieza, debemos calcular que obtendremos 10 de ellas por cada metro. El costo de este material por metro es de \$ 42.80. Es decir que el costo por material es de \$ 4.28

cotizado en Consorcio Metátero

El maquinado de la pieza tiene un costo de \$ 9.80

cotizado en taller metal-mecánico

Cada pieza tiene un costo total de maquila de \$ 14.08



#### 4.2.4 Cople

En presentación estandarizada, la barra de sección redonda de 1" diámetro viene en tramos de 6.10 m. Por el tamaño de la pieza, debemos calcular que obtendremos 16 de ellas por cada metro. El costo de este material por metro es de \$ 32.12. Es decir que el costo por material es de \$ 2.13

colizado en PROMINOX

El maquinado de la pieza tiene un costo de \$ 20.30

colizado en taller metal-mecánico

Cada pieza tiene un costo total de maquila de \$ 22.43

#### 4.2.5 Flecha de extensión

Se requiere tubo de Acero Inoxidable de diámetro 3/4", un volumen total de 540 mts. con un peso total de 770.13 kg. Cada tramo de 6.10 m. tiene un costo de \$ 235.97 y resultarán 16 piezas por tramo, por lo que cada pieza tiene un costo de \$ 14.74

colizado en PROMINOX

El maquinado tiene un costo de \$ 3.00

colizado en taller metal-mecánico

El costo por maquila de cada pieza es de \$ 17.74

#### 4.2.6 Hexágono

Se requiere de barra redonda de 3" diámetro de aluminio; este material es comercializado en presentación de 3.66 m., obteniendo 81 piezas por tramo. El tramo tiene un costo de \$ 1 354.20, por lo que cada pieza tendrá un costo de 16.71

colizado en Consorcio Metalero

El costo de maquinado es de \$ 62.10

colizado en taller metal-mecánico

El costo total por maquila de la pieza es de \$ 78.81



#### 4.2.7 Buje

Esta pieza es fabricada con barra de Nylamid sección redonda de 1" diámetro. Su presentación en el mercado es por tramos de 0.61 m. con un costo de \$ 42.00. De cada tramo se obtienen 13 piezas, por lo que el material se estima en \$ 3.23

cotizado en Consorcio Metalero

El costo de maquinado es de \$ 16.10

cotizado en taller metal-mecánico

El costo total de maquila de la pieza es de \$ 19.33

#### 4.2.8 Perno 1

Se necesita barra de acero inoxidable AISI 304 sección redonda de 3/4" pulgada diámetro, presentada en tramos de 3.05 m. Se calculan 150 piezas por tramo, cuando este último tiene un costo de \$ 331.99, por lo que cada pieza tendrá un costo de \$ 2.21

cotizado en PROMINOX

El costo de maquila es de \$ 13.50 c/u

cotizado en taller metal-mecánico

El costo por maquila de cada pieza es de \$ 15.71

#### 4.2.9 Perno 2

Se necesita barra de acero inoxidable AISI 304 sección redonda de 3/4" pulgada diámetro, presentada en tramos de 3.05 m. Se calculan 76 piezas por tramo, cuando este último tiene un costo de \$ 331.99, por lo que cada pieza tendrá un costo de \$ 4.36

cotizado en PROMINOX

El costo de maquila es de \$ 9.80 c/u

cotizado en taller metal-mecánico

El costo por maquila de cada pieza es de \$ 14.16



#### 4.2.10 Conectores pata

Se necesita barra de acero inoxidable AISI 304 de sección redonda, 3/4" diámetro, en tramos de 3.05 m., obteniendo de cada uno de ellos 43 piezas. El tramo tiene un costo de \$ 296.53, por lo que cada pieza costará \$ 6.89.

Cotizado en PROMINOX

El costo de maquila es de \$ 21.60

cotizado en taller metal-mecánico

El costo por maquila de cada pieza es de \$ 28.49 ( x 3 ) = \$ 85.47

#### 4.2.11 Patas traseras

Se requiere tubo de acero inoxidable de diámetro 3/4", un volumen total de 1950 mts. Cada tramo de 6.10 m. tiene un costo de \$ 235.97 y resultarán 8 piezas por tramo, por lo que cada pieza tiene un costo de \$ 29.49

cotizado en PROMINOX

El maquinado tiene un costo de \$ 3.00

cotizado en taller metal-mecánico

El costo de cada pieza en maquila es de \$ 32.49 ( x 2 ) = \$ 64.98

#### 4.2.12 Pata delantera

Se requiere tubo de acero inoxidable de diámetro 3/4", un volumen total de 975 mts. Cada tramo de 6.10 m. tiene un costo de \$ 235.97 y resultarán 8 piezas por tramo, por lo que cada pieza tiene un costo de \$ 29.49

cotizado en PROMINOX

El maquinado tiene un costo de \$ 10.00

cotizado en taller metal-mecánico

El costo de cada pieza en maquila es de \$ 39.49



#### 4.2.13 Roldana

Se requiere de placa de acero inoxidable AISI 304 cal 11. Cada pieza tiene un peso aproximado de 90 gm.; el material tiene un costo de \$ 26.29 / kg., por lo que cada pieza costará \$ 2.36

cotizado en PROMINOX

El maquinado tiene un costo de \$ 13.50

cotizado en taller metal-mecánico

El costo de cada pieza por maquila es de \$ 15.86

#### 4.2.14 Regatones

Esta pieza es fabricada con barra de Nylonid sección redonda de 3/4" diámetro. Su presentación en el mercado es por tramos de 0.61 m. con un costo de \$ 42.00. De cada tramo se obtienen 20 piezas, por lo que el material se estima en \$ 2.10

cotizado en Consorcio Metalero

El costo de maquinado es de \$ 4.75

cotizado en taller metal-mecánico

El costo total de maquila de la pieza es de \$ 6.84 ( x 4 ) = \$27.36



#### 4.2.15 Huella

Esta pieza es fabricada a partir de un pequeño troquel, trabajando con lámina de acero inoxidable AISI 304 cal. 22, acabado P3. El costo de la producción de las matrices para el troquel es de \$ 61 200.00. Amortizando el costo total en el volumen de producción, debemos anexar al costo de cada pieza \$ 40.80

cotizado en Troquelados Industriales

Y el costo de la producción, ya considerando el material a usar, a fin de obtener del taller la pieza terminada es de \$ 165.50

cotizado en Troquelados Industriales

El costo total por maquila de la pieza es de  $\$ 6.84 (x 4) = \$206.30$

#### 4.2.16 Elementos de unión

Consideramos en este rubro todos aquellos elementos utilizados básicamente en el proceso de ensamble final del producto, tales como espiroles, adhesivos, cable de acero, piezas de vinilo sólido, etc. Y el costo estimado en este rubro es de \$ 98.00

Por lo anterior, se estima el costo total de producción del apoyo anatómico en  
N\$ 801.72



apoyo anatómico para médico cirujano 107

# Conclusiones

## CONCLUSIONES

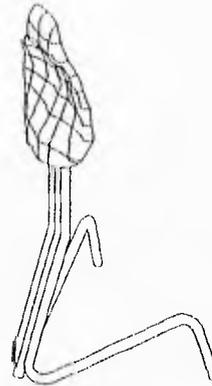
Primero que nada, debo mencionar que antes de llegar al diseño aquí presentado, se realizaron dos prototipos de características similares al actual, sin embargo, ninguno de estos logró cumplir con algunas necesidades básicas como lo son el equilibrio, la estabilidad, la



ligereza y versatilidad requeridos. A continuación se describe someramente cada uno de ellos, a fin de comprender y justificar el porqué se realizó un tercer prototipo.

El primero de ellos fué realizado con base en estructura tubular de 25 mm diámetro, resultando así, un elemento pesado y estorboso.

A pesar de tener tres patas, contaba con cinco puntos de apoyo. Ambas patas laterales se extendían hacia los lados a fin de contrarrestar los movimientos excéntricos del médico y cada una de ellas dibujaba en su parte terminal, un ángulo equivalente a la inclinación del médico al estar apoyado en él; esto con la idea de evitar, en acción conjunta con regatones angulados, el deslizamiento antero-posterior del aparato durante su uso. El sistema de elevación del apoyo resultó de dudosa efectividad al actuar con un sistema excéntrico

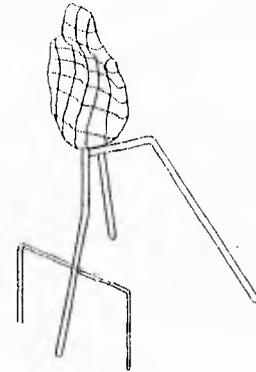


que oprimía la flecha de extensión y que sin duda al poco tiempo de uso, resultaría Ineficiente. Los principales problemas en este prototipo fueron el peso, su difícil manejo, el gran tamaño y la Ineficiencia para contrarrestar la proyección del médico hacia atrás. Una vez contando con esta primera experiencia, habiendo probado tanto sistemas como ergonomía del apoyo termoformado y buscando una mejor solución al problema, se dió paso al segundo prototipo.

En el segundo prototipo se siguió la misma línea, buscando sanar las deficiencias del anterior. Este nuevo prototipo se conformó de base tubular de 19 mm diámetro, haciéndolo más ligero y manejable, sin embargo, una evaluación posterior a su realización determinó que su tamaño final era aún mayor al requerido dentro de quirófano. El apoyo termoformado continuó siendo el mismo, pues habiendo sido probado con el primer prototipo, se decidió que éste no representaba el problema en el diseño, sino los elementos que lo acompañaban en la solución de conjunto.



Se buscó tener elementos de sencilla manufactura, contando así con patas tubulares con dobleces simples, dos piezas de fundición de aluminio y elementos de unión como remaches. La pata delantera se proyectó ligeramente al frente contando con una barra circular que fungía como piecero. Las patas traseras nuevamente se proyectaron hacia los lados, esta vez desde una altura mayor, buscando eliminar el deslizamiento del aparato. El sistema de elevación del apoyo consistió en un sistema excéntrico que abrazaba la flecha de extensión, siendo más eficiente que el anterior, pero resultando de mayor riesgo de imprecisión en su elaboración.



Nuevamente se presentó el problema del deslizamiento sobre el piso; el piecero no solo no resultó indispensable, sino que además sumaba inestabilidad al usuario; el apoyo termoformado podía, en cierta posición, llegar a girar sobre el eje de la flecha de extensión.

El diseño aquí presentado como final, pretende sanar todas aquellas fallas presentadas en el primero y segundo prototipos. Se pensó en agregar utilidad al apoyo al lograr plegarlo y permitir así que el usuario lo transporte fácilmente después de su operación en caso necesario. Se decidió buscar un elemento que mantuviera el apoyo en el lugar donde se colocara el médico, traduciéndolo en la huella presentada en este último prototipo, misma que al ser lo más pequeña posible, puede entrar en un empaque junto con todo el aparato. Así mismo, se pretende, como ya fué expuesto, que este artefacto pueda ser maquillado fácilmente en pequeños talleres de manufactura.

El diseño aquí presentado pretende tras una consciente y extensa investigación aplicada al diseño básicamente ergonómico, crear el apoyo anatómico tan aparentemente necesario para el correcto desempeño de la labor de un médico cirujano y su equipo de colaboradores.



apoyo anatómico para médico cirujano III

Sustentando el diseño aquí presentado, existe una exhaustiva labor de investigación de campo en dos distintos aspectos. El primero de estos, observando y analizando normas y conductas dentro de un hospital y en específico, dentro del quirófano, traduciendo estos conceptos a parámetros de diseño, para posteriormente llevarlos a soluciones de conformación, estudio y selección de materiales y, producción en serie. El segundo aspecto inserta nuestro producto en la sociedad mexicana, envuelta de factores culturales, sociales, económicos; es aquí donde nace la necesidad de generar conceptos que satisfagan las necesidades de nuestro pueblo y que además resulten en beneficio de la economía, reactivando y generando nuevas fuentes de trabajo; así traducimos el pensar de un diseñador que desea empresa; así se traduce el plan estratégico de comercialización presentado para el diseño del Apoyo Anatómico.

El diseño aquí expuesto no representa una solución final y definitiva al problema. Debo mencionar que después de este leve acercamiento al problema, necesariamente se deberán correr nuevas pruebas de campo, investigación de nuevos materiales y sistemas así como proyección de nuevas formas. Este diseño representa el primer resultado, mas no el único, a la necesidad localizada.

Posiblemente el obstáculo más grande a vencer sea el cultural, donde apenas comienza a existir una cultura de diseño en el campo médico y en nuestro país, donde hay renuencia por creer que el diseño mexicano satisface nuestras necesidades y además es un importante factor en el desarrollo económico y cultural de toda nación.

El trabajo aquí expuesto, representa la propuesta de acercamiento de un diseñador al campo de la medicina y a nuestra industria mexicana.



# Asesoría

ASESORÍA

D.I. Cristina Jaber Monges.

Director de Tesis ( octubre 1993 - febrero 1995)

D.I. Carlos Daniel Soto Curiel.

Director de Tesis ( febrero 1995- Julio 1996 )



apoyo anatómico para médico cirujano 113

D. I. Mauricio Moyssén Chávez

Sinodal

D. I. Marta Ruiz

Sinodal

D. I. Jorge Acosta

Sinodal

Ing. José Valencia

Sinodal

Dr. Jorge Vázquez Carpizo

Cirugía

Asesoría técnica

Dr. Misael Caballero Sandoval

Traumatología y Ortopedia

Asesoría técnica.

Dr. Juan Ramón Bonfil Ojeda

Traumatología y Ortopedia. Cirugía de mano

Asesoría técnica

Dr. Pedro LópezCuetto Espinoza

Medicina general

Asesoría Técnica.

Dr. Alejandro LópezCuetto Espinoza

Cirugía Oncológica

Asesoría técnica

Ing. Adalberto Rosas Couret

Ingeniería en sistemas

Asesoría técnica

C. P. Martín Rodríguez

Contaduría pública

Asesoría técnica

114 apoyo anatómico para médico cirujano



# Bibliografía

## BIBLIOGRAFÍA

- + De Garro, E. P.; Black, J. T.; Kohser, R. A.; Materiales y Procesos de Fabricación.  
Ed. Reverté, S. A.  
Barcelona, España.  
1988
- + Alting, L.; Procesos para Ingeniería de Manufactura.  
Ed. Alfaomega.  
México, D. F.  
1989.



- + Shärer, U; Rico, J; Cruz, J; Solares, L; Moreno, R.; Ingeniería de Manufactura.  
Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V.  
México, D. F.  
1984.
- + Parker, D; Tecnología de los recubrimientos de Superficies.  
Enciclopedia de la Química Industrial. Tomo VII.  
Ediciones URMO.  
Bilbao, España.  
1978.
- + MEXINOX. Introducción a los Aceros Inoxidables y Resistentes a altas temperaturas.  
Producción Técnica : Gerencia de Promoción y Desarrollo.  
Edición publicada por MEXINOX.  
México, D. F.
- + Barquin, M.; Historia de la Medicina.  
Editor Francisco Méndez Oteo.  
México, D. F.  
1989.
- + Pheasant, S.; BodySpace. Anthropometry, Ergonomics and Design.  
Ed. Taylor & Francis, LTD.  
Gran Bretaña.  
1988.
- + Durey, A; Boeda, A.; Medicina del Fútbol.  
Ed. Toray Masson, S. A.  
México. D. F.  
1980.



- + Archundia, A.; Educación Quirúrgica para el estudiante de Ciencias de la Salud.  
Ed. Francisco Méndez Cervantes.  
México, D. F.  
1981.
- + Radin, E.; Simon, S.; Rose, R.; Paul, I.; Biomecánica Práctica en Ortopedia.  
Ed. Limusa.  
México, D. F.  
1981.
- + Nordin, M.; Frankel, V.; Basics Biomechanics of the Muskuloskeletal System.  
Ed. Lea & Febiger.  
Londres.  
1989.
- + Abreu, L. M.; Fundamentos del Diagnóstico.  
Ed. Francisco Méndez Cervantes.  
México, D. F.  
1987.
- + Sinelnikov, R. D.; Atlas de Anatomía Humana.  
Editorial MIR.  
U. R. S. S.  
1984.



a los primeros amigos;  
a esos grandes forajidos del brandaris;  
a alfredo, turca maldad en pequeño continente;  
a pedro, gran investigador en el campo del lasser;  
a adalberto, ingenioso troglodita;  
a mi familia;  
a la familia berruecos;  
a la familia gonzález;  
a la familia hurtado;  
a la familia lopezcueto;  
a la familia madrigal cornejo;  
a los gambos, noble raza;  
a los buenos amigos del clal;  
a mauricio moysén;  
a carlos soto;  
a mikel el amargado;  
a gustavo el cuerdo;  
a todos aquellos que han estado cerca;

a todos, gracias.