



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

ORTESIS PARA ESCRIBIR

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

EDGAR DAVID GALICIA GOMEZ

ASESOR: M.I. GERARDO SOSA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2005.

m.344813



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.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Ortesis para Escribir

que presenta el pasante: Edgar David Galicia Gomez
con número de cuenta: 096072893 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 29 de Noviembre de 2004

PRESIDENTE M.I. Gerardo Sosa

VOCAL M.I. Jatzibe Adriana Correa Espinoza

SECRETARIO Ing. Eusebio Reyes Carranza

PRIMER SUPLENTE Ing. Raymundo Morales Márquez

SEGUNDO SUPLENTE Ing. José Armando González Urbina

A Dios

Primero por darme la oportunidad de vivir cada día, por haberme dado esa familia tan maravillosa, que a pesar de tener pequeñas diferencias y, en algunas ocasiones, enfrentar ciertos obstáculos que la vida nos pone, nos has permitido estar cada día mucho más unidos., por darnos la fuerza y perseverancia para salir adelante, por no dejarnos caer y por estar siempre con nosotros.

Gracias, Por poner en mi camino a personas maravillosas que me han enseñado tantas cosas, que han cambiado mi vida y que ocupan un lugar muy importante en mi corazón (Reyna Solis, Amigos y toda mi Familia)

Finalmente, le agradezco el permitirme llegar hasta aquí y alcanzar este sueño, que espero, sólo el principio de una larga vida profesional llena de sacrificios, esfuerzo, dedicación, éxito y muchas satisfacciones.

GRACIAS.

A Mis Papás Gloria y Luis:

Por que gracias ustedes estoy en éste mundo, porque si no hubiera sido por sus sacrificios, desvelos, apoyo, compañía, y lo más importante su AMOR... no hubiera llegado hasta aquí. Por la educación, esa gran herencia, que nos han dado tanto a mis hermanos como a mí, por esos valores y principios que nos inculcaron y que nos han hecho ser mejores personas, porque finalmente esto que ahora tienen en sus manos, es de ustedes, es el resultado de todo ese sacrificio y dedicación, es una pequeña semilla de lo que sembraron hace 24 años y les prometo que no se quedará sólo en eso, en una semilla, se convertirá en muchos frutos, que los hagan sentirse orgullosos y satisfechos de lo que han logrado.

Tengo tantas cosas que decirles, pero todo lo puedo resumir en una palabra:

"GRACIAS" ...

Por Ser Mis Padres, Por Su Amor, Por Su Apoyo ...Por Todo.

LOS QUIERO MUCHO.

INDICE.

INTRODUCCIÓN.	5
INTRODUCCIÓN MÉDICA.	6
ANTECEDENTES MÉDICOS.	6
La médula espinal después de la lesión.	7
El nivel de la lesión.	7
Causas.	7
Signos y síntomas.	7
Antecedentes.	8
<u>CAPITULO I LESIONES DE LA MÉDULA ESPINAL.</u>	9
I.1.-Antecedentes históricos de la lesión medular.	9
I.1.1.-Médula espinal.	10
I.1.2.-Segmentos.	11
I.1.3.-La médula espinal normal.	11
I.1.4.-La médula espinal después de la lesión.	12
I.1.5.-Lesión parcial o total.	13
I.1.6.-El nivel de la lesión.	13
I.1.7.-Cambios que ocurren después de la lesión inicial.	14
I.1.8.-Anatomía y fisiología.	14
I.1.9.-Qué pasa después de una lesión de la médula espinal.	15
I.1.10.-Clasificación.	16
I.1.11.-Lesión aguda de la medula espinal.	18
I.1.12.-Que causa una lesión aguda de la medula espinal.	18
I.1.13.-Los síntomas de una lesión aguda de la medula espinal.	18
I.1.14.-Ruptura de la médula espinal.	19
I.1.15.-Descripción.	20
I.1.16.-Consideraciones.	21
I.1.17.-Causas.	21
I.1.18.-Signos y síntomas.	21
I.1.19.-Tratamiento.	21
I.1.20.-Cuidados.	21
I.2.-Rehabilitación.	22
I.2.1.-Personal de la rehabilitación.	23

I.3.-Instituciones.	24
INTRODUCCIÓN TECNOLÓGICA.	<u>26</u>
El papel de los materiales en las sociedades avanzadas.	27
Clases principales de materiales.	27
Metales.	28
Cerámicas.	29
Polímeros.	30
Materiales compuestos.	31
Semiconductores.	32
Propiedades de materiales.	33
Propiedades mecánicas.	33
Propiedades eléctricas.	33

CAPITULO II MATERIALES POLÍMEROS.

II.1.-Definición de plástico.	34
II.1.2-Modulo de resiliencia para materiales.	34
II.1.3.-Plásticos y elastómeros.	35
II.2.-Petroquímicos.	36
II.3.-Materiales orgánicos.	38
II.4.-Estructura de los plásticos.	38
II.4.1.-Tipos de plásticos.	39
II.4.2.-Características de los plásticos.	40
II.4.3 Fabricación de plásticos.	40
II.4.4.-Plásticos termoendurecibles.	44
II.4.5.-Plásticos alílicos.	45
II.4.6.-Plásticos amínicos.	45
II.4.7.-Epoxis.	45
II.4.8.-Plásticos fenólicos.	46
II.5.-Poliésteres.	46
II.6.-Silicones.	46
II.7.-Termoplásticos.	46
II.7.1.-Acronitrilo butadieno estireno (ABS).	47
II.7.2.-Plásticos acetálicos.	47
II.7.3.-Plásticos celulósicos.	48
II.8.-Poliámidas.	48
II.8.1.-Resinas de policarbonato.	48
II.8.2.-Polietileno.	49
II.8.3.-Cloruro de polivinilo.	49
II.9.-Aleaciones.	50
II.9.1.-Aditivos.	50
II.9.2.-Refuerzos.	50
II.9.3.-Antioxidantes.	51
II.9.4.-Rellenos.	51

II.9.5.-Agentes de expansión.	51
II.10.-Acabados	51
II.10.1.-Maquinabilidad de los plásticos.	52
II.11.-Unión de los plásticos	55
II.12.-Ensayos	55
II.13.-Caucho	55
II.13.1.-Elastómeros	56
II.13.2.-Aditivos.	56
II.14.-Acrílicos.	57
II.14.1-Características	57

CAPITULO III INSTITUCIONES DE APLICACIÓN DEL PRODUCTO DE ESTUDIO

	<u>60</u>
III.1.-APAC	60
III.2.-DIF	60
III.3.-Dirección de atención a la discapacidad	61
III.4.- Principales causas de discapacidad	62
III.5.- Discapacitados	63
III.6.- Ayuda de las instituciones	65

CAPITULO IV PROCESO DE MANUFACTURA DE LA ÓRTESIS.

	<u>68</u>
IV.1.-Materiales utilizados	68
IV.1.1.-Yeso	68
IV.1.1.2.-Características generales	68
IV.1.1.3.-Principales usos	68
IV.1.2.-Acrílicos.	69
IV.1.3.-Gas butano	69
IV.1.4.-Foamy	69
IV.1.5.-Filtro	69
IV.1.6.- Acero	70
IV.1.7.-Porta lápiz	70
IV.2.- Manufactura de la órtesis.	70
IV.2.1.-Primer paso: (obtención del molde)	70
IV.2.2.-Segundo paso: (acetato de acrílico)	72
IV.2.3.-Tercer paso(dar forma a la órtesis)	73
IV.2.4.-Cuarto paso(terminado adecuado)	75
IV.2.5.-Quinto paso(material de protección)	76
IV.2.6.-Sexto paso(sujetador del lápiz)	77

IV.2.7.-Séptimo paso(el acabado)	78
----------------------------------	----

<u>CAPÍTULO V COSTOS EN LA MANUFACTURA DE LA ÓRTESIS</u>	<u>80</u>
-----------------------------------------------------------------	------------------

V.1.-Costos de producción	80
---------------------------	----

V.2.-Gastos de fabricación	81
----------------------------	----

V.3.-Proceso de manufactura.(características del producto terminado)	81
----------------------------------------------------------------------	----

V.4.-Asignación de costos	82
---------------------------	----

V.5.-Tablas de comparación de materiales	83
------------------------------------------	----

V.6.-Tablas de comparación de diferentes órtesis	84
--------------------------------------------------	----

<u>CONCLUSIONES</u>	<u>85</u>
----------------------------	------------------

<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>87</u>
----------------------------	------------------

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se desarrollo debido a las necesidades que tienen las personas que sufren de una lesión tan grave como lo es la lesión medular, se describen los avances realizados por las Instituciones especializadas para mejorar la vida de los lesionados, así como el desarrollo de nuevos materiales más adecuados para la realización de prótesis y órtesis, necesarias para los pacientes con este problema, como materiales ligeros y resistentes.

Actualmente en nuestro país se obtiene ayuda de diversas instituciones para los pacientes y familiares, la cual es de mucha ayuda; lo inconveniente es que no se puede contar con los materiales adecuados para el diseño de diversas prótesis y órtesis. La mayoría de estos son aleados, esto eleva su costo para las instituciones que no pueden cubrir.

Es por este motivo, que en materia de ingeniería nació el interés de fabricar una órtesis para personas cuadrapléjicas (perdida de sensación y movimiento), ya que en el país se cuenta con los recursos necesarios para fabricar órtesis de buena calidad, con esto no se busca reemplazar a las prótesis y órtesis que sustituyen toda la función del miembro que se perdió, porque para estas se necesitan de materiales aleados. Estos materiales son importados de países como Alemania, Francia, USA , etc.

Este trabajo presenta el desarrollo de la manufactura de una órtesis, este proceso se perfeccionó con la ayuda de diferentes especialistas como órtesisistas y prótesisistas, los cuales brindaron información valiosa para la manufactura de dicha órtesis. El interés en este estudio se dio debido a los problemas que tienen los pacientes para la obtención de órtesis a bajo costo para su rehabilitación.

Los ingenieros son los encargados del diseño y de mejorar productos, así como el proceso de manufactura, y se encargan de analizar el comportamiento de los materiales trabajados. Lo más importante que se busca es investigar y crear nuevos materiales o modificar sus propiedades ya existentes para la mejora de estos. Como en el caso de manufactura de la órtesis, el material que se buscó cumplía con todas las expectativas del material ideal para su fabricación, y su costo total está por debajo de las instituciones que las realizan.

El propósito de este trabajo se cumplirá de tal forma que el material elegido, la manufactura de la órtesis y el resultado, es de gran ayuda para los lesionados de la medula espinal. Con rehabilitación adecuada se pueden lograr grandes cambios tanto para el paciente y familiares, para adapte dignamente a la sociedad. Con la obtención de la órtesis se cumplió con los diversos objetivos: fácil manufactura, comodidad, bajo costo, etc. Lo más importante que se creará una órtesis para escribir, ya que no se cuenta en el mercado nacional y en mi punto de vista es algo muy básico e indispensable para el paciente, ya que con este tipo de órtesis se busca que la persona aumente su autoestima para reintegrarse a la sociedad.

INTRODUCCIÓN TIPO MÉDICO

El estudio breve de la médula espinal nos brindará un amplio panorama de las condiciones de las personas con paraplejía y tetraplejía (cuadraplejía) y los avances del estudio de esta lesión que se han obtenido. **Órtesis** (es un aparato para controlar, corregir o compensar una deformidad; la ausencia de fuerza en el cuerpo o en algunas partes del mismo. A menudo requiere el uso de correctores especiales)¹.

El sistema nervioso es el conjunto de estructuras funcionalmente especializadas mediante las cuales el organismo responde adecuadamente a los estímulos que recibe, tanto del medio externo como el interno, y el cual se divide en: sistema nervioso central [encéfalo (cerebro, tallo encefálico y cerebelo) y médula espinal] y sistema nervioso periférico [huesos craneales y raquídeos]. Cualquier daño a la médula espinal es una lesión muy compleja. Cada lesión es diferente y puede afectar el cuerpo en varias formas diferentes.

Los nervios son estructuras similares a un cordón compuestos de muchas fibras nerviosas. Las fibras nerviosas transportan mensajes entre el cerebro y las diferentes partes del cuerpo.

Los mensajes pueden ser relacionados con el movimiento. Otras fibras nerviosas llevan mensajes de sensación o tacto desde el cuerpo hacia el cerebro, como el calor, el frío o el dolor.

El cuerpo también tiene un sistema nervioso autonómico [controla músculos y órganos internos]. Él, controla las actividades involuntarias del cuerpo como la presión sanguínea, la temperatura corporal y el sudor.

Debido a que la médula espinal es una parte vital de nuestro sistema nervioso, está rodeado y protegido por huesos llamados vértebras. Las vértebras, o huesos de la espalda, están colocadas una arriba de la otra y se llama la columna vertebral o la columna espinal. La columna vertebral es el soporte número uno del cuerpo. La médula espinal realmente pasa por en medio de las vértebras. La médula espinal tiene aproximadamente 45 cm. de largo. Se extiende desde la base del cerebro, continúa hacia abajo de la mitad de la espalda, aproximadamente hasta la cintura. Desde este punto, las fibras nerviosas espinales bajas continúan hacia abajo a través del canal espinal hasta el sacro o coxis.

La columna espinal está dividida en cuatro secciones o partes. La porción superior, es nombrada el área cervical, tiene siete vértebras cervicales. La sección que sigue, la dorsal, incluye el área del pecho y tiene doce vértebras dorsales.

¹ Mosby, Diccionario de Medicina, Océano, edición española, cuarta edición

La sección baja de la espalda es nombrada el área lumbar. Hay cinco vértebras lumbares. La sección final tiene cinco vértebras sacras y es nombrada el área sacra. Los huesos en la sección sacra, en realidad están fusionados en un solo hueso.

La Médula Espinal Después de la Lesión

Una lesión de la médula espinal puede ocurrir a causa de una contusión o daño debido a una enfermedad de la columna vertebral o la médula espinal. En la mayoría de las lesiones de la médula espinal, los huesos de la espalda o vértebras pellizcan la médula espinal. La médula espinal puede inflamarse. La lesión en realidad puede desgarrar el cordón espinal y/o sus fibras nerviosas. Una enfermedad o infección puede causar resultados similares.

El Nivel de la Lesión

El nivel de la lesión es determinado después de que el médico completa los diferentes exámenes. El nivel es el punto más bajo, por debajo del cordón espinal, donde existe una disminución o ausencia de sensación (nivel sensitivo) y movimiento (nivel motor). Entre más alta sea la lesión del cordón espinal en la columna vertebral, o más cerca esté del cerebro, mayor es la pérdida de la función (sensación y movimiento). Muy pocas partes y sistemas del cuerpo trabajan normalmente con una lesión a un nivel alto.

Se dice que una persona tiene paraplejía cuando ha perdido la sensación y no es capaz de mover las partes inferiores de su cuerpo. La lesión es en el área dorsal, lumbar o sacra. Una persona con tetraplejía (anteriormente llamada cuadriplejía), ha perdido movimiento y sensación en ambas partes, superior e inferior de su cuerpo. Esta lesión es en el área cervical.

CAUSAS

Las causas según orden de importancia son:

Caídas

Choques de automóviles, motos o bicicletas

Lesiones deportivas

Intervenciones quirúrgicas

SIGNOS Y SÍNTOMAS

Los síntomas más característicos son:

Pérdida de movimiento en piernas, brazos o ambos

Pérdida de sensibilidad

Dependiendo de la altura de la lesión (cervical, lumbar, etc.) pueden aparecer:

Problemas respiratorios

Incontinencia urinaria

Incontinencia fecal

Las diferentes causas de la lesión y las condiciones de vida de las personas que la sufren, fue la razón para realizar un instrumento, cuyo objetivo es el de facilitar el movimiento de las personas con dicha lesión y estas ejerciten sus músculos para su pronta recuperación con una terapia adecuada, es necesario que las personas se puedan valer por si mismas y no dependan de otras, y tener una mejor calidad de vida.

Mi propuesta es realizar una órtesis para que puedan escribir con un mínimo de esfuerzo y así lograr que controlen sus movimientos y con el uso periódico de este contribuya como una actividad determinada de terapia y ejercicio.

ANTECEDENTES

En México las instituciones especializadas en materia de órtesis como APAC, DIF, CRIT, son las diseñadoras de algunas órtesis o prótesis cuya finalidad es el permitir al paciente realizar algunas de sus actividades básicas o rutinarias (escribir, comer, lavarse los dientes, etc), y los encargados de impartir terapias para una vida independiente.

El diseño en que me base para realizar la órtesis fue el observar otros guantes que sustituyen diferentes carencias, para las personas necesitadas de proyectos para su rehabilitación, ya que si requieren alguna prótesis u órtesis es preciso esperar un tiempo muy largo, por que en el país no se pueden realizar las órtesis ó prótesis por su alto costo.

I.- LESIONES DE LA MÉDULA ESPINAL

I.1.- ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA LESIÓN MEDULAR.

Hipócrates describe las paraplejas producidas por luxación o fractura: "El paciente pierde el uso de sus extremidades inferiores, de modo que no percibe cuando se toca, así también de su abdomen y vejiga, de manera tal que al principio no evacua materias fecales ni orina. Pero cuando la enfermedad se prolonga, luego de lo cual fallece....."²

La exposición de los síntomas va siendo perfilada a través de los siglos por diversos autores, pero dada la complejidad de la estructura medular, el conocimiento de sus funciones no progresa hasta llegar al siglo XIX con Charles Bell y Magendie. Aun con los avances teóricos, el desenlace para los pacientes afectados por la lesión eran fatales.

Según los datos aportados por Cibber, durante la guerra de Crimea, los civiles de los Estados Unidos y de los Balcanes (1912-1913) mueren todos los parapléjicos por lesiones traumáticas intravértebrales.

Durante la Guerra Mundial de 1914-1918 cuatrocientos soldados norteamericanos sufrieron traumatismo causantes de paraplejía. La mortalidad durante el primer año fue de alrededor de 90% debido a complicaciones, principalmente renales y por úlceras de decúbito.

En 1944 el neurólogo inglés Riddock agrupa a los parapléjicos traumáticos de guerra bajo la dirección de L. Guttmann, el primer centro dedicado a la investigación y tratamiento integral de este tipo de pacientes. A partir de este año la terrible situación empieza a cambiar, aumenta en todos los países avanzados la creación de centros similares para el tratamiento de lesiones medulares (En España el primer centro con estas características se fundó en Barcelona en 1965), lo cual favorece el mejoramiento de los servicios de urgencias y la prevención de las complicaciones. En forma paralela progresaron los descubrimientos de poderosos antibióticos; es por eso que " las cifras que se pueden dar en estos momentos están invertidas, ya que el porcentaje de supervivencia se acerca a 95%".³

El cambio no solo se refiere a que hoy por hoy la esperanza de vida del lesionado medular llega prácticamente a alcanzar el nivel de la población general, sino, además el actual enfoque hace que el tratamiento del lesionado medular no pretenda únicamente la supervivencia del paciente, sino también la integración plena en la sociedad.

²Macías Hernández, Elia Ivonne, Lesión Medular, Tesis de técnico en enfermería general, CETIS, 1995

³Macías Hernández, Elia Ivonne, Lesión Medular, Tesis de técnico en enfermería general, CETIS, 1995

A este respecto, los datos que aporta L. Guttmann, director del centro de lesionados medulares en Stoke-Mandeville, son alentadores: de 1150 parapléjicos rehabilitados, el 74% están trabajando y el 77% de éstos lo hacen cumpliendo horarios normales.

Guttmann valoró también el aspecto laboral, ocupacional, la aceptación a su nueva situación y el aspecto psicosocial donde un 70% no se ha adaptado y el 87% no se aceptan tal y como son actualmente. Un 70% no asiste a reuniones sociales ni lugares de diversión.

Con los datos alcanzados se logra demostrar que con el paso del tiempo se puede mejorar los estudios de diferentes enfermedades y lesiones para evitar el alto registro de mortalidad en el mundo. El problema de la paraplejía en los años anteriores, y sobre todo en las guerras, el alto número de muertos por no tener los conocimientos de la paraplejía, fueron desastrosos. Pero gracias a Ruddock y la dirección de L. Guttmann proporcionó un cambio inesperado a la lesión para cambiar las cifras de mortalidad a una minoría, al ver el avance de este proyecto, en el mundo algunos países crearon centros similares, los cuales favorecen el mejoramiento de los servicios de urgencias y la prevención de las complicaciones de dicha lesión y sobre todo a la rehabilitación de personas con este tipo de "problema" para su reintegración a la sociedad y a la autosuficiencia del paciente.

I.1.1.- MÉDULA ESPINAL

La médula espinal deriva de la parte del tubo neural y forma las vértebras; por lo consiguiente queda alojada en el conducto raquídeo. Mide aproximadamente de 42 a 45 centímetros de longitud en el adulto. En el feto, hacia el tercer mes de vida, ocupa toda la longitud del conducto; al quinto mes llega solamente a la base del sacro. En el momento del nacimiento su extremo caudal queda en relación con la parte inferior de la tercera vértebra lumbar. En el adulto su límite caudal corresponde al borde inferior de la primera vértebra lumbar.

La columna vertebral es fundamental en el desarrollo humano, el cual puede verse afectado por diferentes problemas ya sea en el desarrollo del feto, o en el deterioro durante el transcurso de vida del individuo o ya sea por algún tipo de accidente.

Este ascenso de la médula espinal dentro del conducto raquídeo se debe a que la columna vertebral crece en mayor proporción más rápidamente que la médula espinal. Sin embargo hay una variación en el nivel de terminación de la medula en cada etapa del desarrollo. Barson (1970) examinó la medula de 274 niños, de los cuales 258 murieron después del nacimiento y 16 fallecieron entre el nacimiento y la adolescencia. Las edades variaron entre 13 semanas de embarazo, y 15 años. Excluyó a 22 niños que representaban deformaciones vertebrales.

Observó que a pesar de la variación normal, de cada edad hay un ascenso relativamente rápido del cono medular hacia la decimonovena semana del desarrollo, que lo lleva a la altura de la cuarta vértebra lumbar, después, la medula sube lentamente, encontrándose con el nacimiento en relación con el borde inferior de la segunda vértebra lumbar, hasta alcanzar el nivel que tendrá definitivamente en el adulto. (López Antunes, 1990; 131-134)⁴

I.1.2.- SEGMENTOS

La medula espinal está dividida aproximadamente en 30 segmentos, 8 cervicales, 12 torácicos, 5 lumbares, 5 sacros y algunos coccígeos (óseos), los cuales corresponden a las inserciones de grupos de raíces nerviosas. Los segmentos individuales varían en longitud, no hay límites definidos entre la propia medula.⁵

Podemos decir que los segmentos son muy importantes en el agrupamiento de la medula los cuales se agrupan entre la columna vertebral, la médula espinal y los nervios raquídeos. Los segmentos individuales varían en su longitud en la media torácica, la cervical y en la lumbar superior.

I.1.3.- LA MÉDULA ESPINAL NORMAL

Los nervios son estructuras similares a un cordón compuestos de muchas fibras nerviosas. La médula espinal tiene muchas fibras nerviosas espinales. Las fibras nerviosas transportan mensajes entre el cerebro y las diferentes partes del cuerpo.

Los mensajes pueden ser relacionados con el movimiento, diciéndole a alguna parte del cuerpo que se mueva. Otras fibras nerviosas llevan mensajes de sensación o tacto desde el cuerpo hacia el cerebro, como el calor, el frío o el dolor.

El cuerpo también tiene un sistema nervioso autónomo, éste controla las actividades involuntarias del cuerpo como la presión sanguínea, la temperatura corporal y el sudor.

Estas fibras nerviosas constituyen el sistema de comunicación del cuerpo. La médula espinal puede ser comparada a un cable telefónico. Conecta la oficina principal (el cerebro), con otras oficinas particulares (las partes del cuerpo) por medio de líneas telefónicas (las fibras nerviosas). La médula espinal es el camino que los mensajes usan para viajar entre el cerebro y las diferentes partes del cuerpo.

⁴ López Antunes, Luis , Anatomía Funcional del Sistema Nervioso. Pág., 131-134

⁵ Jack deGroot , Neuroanatomía Correlativa , Manual Moderno 9° Edición, 1993

Debido a que la médula espinal es una parte vital de nuestro sistema nervioso, está rodeado y protegido por huesos llamados vértebras. Las vértebras o huesos de la espalda, están colocadas una arriba de la otra y se llama la columna vertebral o la columna espinal. La columna vertebral es el soporte número uno del cuerpo. La médula espinal realmente pasa por en medio de las vértebras.

Como se mencionó anteriormente la médula espinal tiene aproximadamente 45 cm. de largo. Se extiende desde la base del cerebro, continúa hacia abajo de la mitad de la espalda, aproximadamente hasta la cintura. El haz de fibras nerviosas que constituyen la médula espinal por sí mismo son las neuronas motoras superiores (UMN). Los nervios espinales se ramifican desde la médula espinal hacia arriba y hacia abajo de el cuello y la espalda. Estos nervios, neuronas motoras inferiores (LMN), salen entre cada vértebra y alcanzan todas las partes del cuerpo. La médula espinal termina cerca de la línea de la cintura. Desde este punto, las fibras nerviosas espinales bajas continúan hacia abajo a través del canal espinal hasta el sacro o coxis. La columna espinal está dividida en cuatro secciones o partes. La porción superior, es nombrada el área cervical, tiene siete vértebras cervicales. La sección que sigue, la dorsal incluye el área del pecho y tiene doce vértebras dorsales. La sección baja de la espalda es nombrada el área lumbar. Hay cinco vértebras lumbares. La sección final tiene cinco vértebras sacras y es nombrada el área sacra. Los huesos en la sección sacra, en realidad están fusionados en un solo hueso.

La medula espinal y las fibras que la conforman son muy importantes en todos los sentidos ya que sin el funcionamiento de una sola de ellas, los mensajes de movimiento enviados por el cerebro, no pueden ser realizados por la "falla" de una de las fibras de la medula, así como diferentes mensajes no pueden ser logrados, si el sistema de comunicación esta afectado por diversas causas, por ello no hay comunicación entre el mando y el funcionamiento del cuerpo ya que es muy importante en nuestro sistema nervioso. La causa de que es muy sensible esta rodeada o protegido por pequeños huesos o vértebras colocadas una arriba del otro para su protección, llamada columna vertebral.

I.1.4.- LA MÉDULA ESPINAL DESPUÉS DE LA LESIÓN

Después de una lesión en la médula espinal, todos los nervios por arriba del nivel de la lesión continúan funcionando normalmente. Por abajo del nivel de la lesión, los nervios de la médula espinal no pueden enviar mensajes entre el cerebro y las diferentes partes del cuerpo tal y como lo hacían antes de la lesión. Cada lesión de la médula espinal es diferente. La lesión en una persona es descrita por su nivel y por su tipo.

I.1.5.- LESIÓN PARCIAL O TOTAL

El tipo de lesión de la médula espinal es clasificada por el médico como parcial o total. La lesión total es como si cortaran todo el servicio telefónico de un edificio. Ningún mensaje puede llegar a las oficinas. Una lesión parcial es como si suspendieran el servicio telefónico en solo algunas oficinas del edificio. Algunas mensajes logran pasar hacia algunas oficinas, mientras otras no.

La cantidad y el tipo de mensajes que pueden pasar entre el cerebro y las diferentes partes del cuerpo, puede depender de como algunos nervios han sido dañados y otros no.

Algunas personas con una lesión parcial pueden tener mucha sensación pero poco movimiento. Otros pueden tener algo de movimiento y muy poca sensación.

Las lesiones parciales espinales, varían de una persona a otra debido a que diferentes fibras nerviosas son dañadas en el cordón espinal de cada persona.

Sí se llega a sufrir una lesión en la médula espinal es un punto en el que es muy grave se puede perder el movimiento de algunos extremos y en ocasiones de las extremidades inferior y superior del cuerpo, esto depende de las fibras dañadas y el grado de la lesión de las mismas, con esto, los mensajes del cerebro no se logran alcanzar y se pierde toda sensación o parte de las sensaciones comunes como frío y calor.

I.1.6.- EL NIVEL DE LA LESIÓN

La lesión se establece por niveles, por ejemplo: se puede perder el nivel sensitivo y el nivel motor; cuando la lesión se presenta en el cordón espinal de la columna vertebral o incluso si esta más cerca del cerebro, mayor es la lesión o el nivel de lesión. Se dice que una persona es parapléjica cuando ha perdido la sensación y no puede mover sus partes inferiores del cuerpo, lesión en el área dorsal o sacra, así como a las personas tetrapléjica ha perdido la sensación y el movimiento de ambas partes de su cuerpo por una lesión en el área cervical.

Por ejemplo, una lesión a nivel de T-8 significa que la persona tiene una disminución o pérdida de sensación y movimiento por debajo del *octavo segmento dorsal* de la médula espinal. Una persona con una lesión a nivel de C-5 tiene una disminución o pérdida de sensación y movimiento por debajo del *quinto segmento cervical* de la médula espinal. Alguien con una lesión a nivel de T-8 podría tener más sensación y movimiento que alguien con una lesión a nivel de C-5. Hay que recordar que la cantidad de sensación y movimiento también depende del grado de la lesión.

I.1.7 CAMBIOS QUE OCURREN DESPUÉS DE LA LESIÓN INICIAL

Algunas veces la médula espinal está únicamente inflamada después de la lesión inicial. Cuando la inflamación cede, los nervios pueden comenzar a trabajar otra vez. Por ahora no existe ningún examen, si hay alguno, para saber cuantos nervios pueden comenzar a trabajar otra vez. Entre más tiempo pase sin evidente restablecimiento, es menos probable que ésta pueda ocurrir. Si hay alguna leve mejoría en la función, entonces existe notablemente mayor esperanza. Esto no garantiza que una mayor recuperación pueda suceder.

Algunas personas tienen movimientos involuntarios, como temblores o movimientos nerviosos. Estos movimientos son nombrados espasmos. Los espasmos no son un signo de recuperación. Un espasmo ocurre cuando un mensaje equivocado desde un nervio causa que un músculo se mueva. Frecuentemente las personas no pueden controlar este movimiento.

Además del movimiento y sensación, una lesión en la médula espinal afecta otras funciones del cuerpo. Los pulmones, intestinos y vejiga urinaria pueden no trabajar de la misma manera que ocurría antes de la lesión. También ocurren cambios en la función sexual. Durante la rehabilitación, el equipo médico enseña a las personas con una lesión en la médula espinal, nuevas formas para llevar a cabo sus funciones corporales.

Para comprender los efectos fisiológicos de una lesión de la médula espinal, se requiere un conocimiento básico de la anatomía y la fisiología de la médula espinal, así como de los demás órganos. El conocimiento de la anatomía y fisiología patológica de una lesión en la médula espinal es también necesaria.

I.1.8 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA

La médula espinal es el nervio más largo en el cuerpo. Los nervios, compuestos de fibras nerviosas, son estructuras similares a un cordón. Las fibras nerviosas son las responsables de los sistemas de comunicación del cuerpo que incluyen funciones sensoriales, motoras y autonómicas. Las fibras nerviosas dentro de la médula espinal transportan mensajes entre el cerebro y el resto del cuerpo.

A medida que el cuerpo va creciendo, la columna vertebral crece más en longitud que la médula espinal. La médula espinal normalmente termina entre las vértebras L-1 y L-2. Desde este punto las raíces de los nervios se ramifican fuera de la médula espinal, descendiendo dentro del canal espinal antes de salir de la columna vertebral en la vértebra a la que corresponden. Esto causa una diferencia entre la situación de los segmentos de la médula espinal y los segmentos de la columna vertebral, particularmente en la parte baja del sistema espinal. Por esta razón, es muy frecuente una diferencia entre el nivel del hueso o esqueleto de una fractura vertebral y el nivel neurológico de una lesión en la médula espinal.

Los nervios que yacen dentro de la médula espinal son las neuronas motoras superiores (UMN). Ellas transportan los mensajes de ida y vuelta desde el cerebro hacia los nervios espinales a lo largo de la región espinal. Los nervios espinales que se ramifican fuera de la médula espinal hacia las otras partes del cuerpo son las neuronas motoras inferiores (LMN). Estos nervios espinales (LMS) salen y entran a la altura de cada vértebra y se comunican con áreas específicas del cuerpo. La parte sensorial de las LMN transportan mensajes al cerebro de sensibilidad desde la piel, otras partes y órganos del cuerpo. La parte motora de las LMN envía mensajes desde el cerebro hacia las diferentes partes del cuerpo para iniciar acciones como el movimiento muscular.

1.1.9 ¿QUÉ PASA DESPUÉS DE UNA LESIÓN DE LA MÉDULA ESPINAL?

El término lesión de la médula espinal (SCI) se refiere a cualquier lesión de los elementos neurales (referente a los nervios) dentro del canal espinal. La SCI puede ocurrir tanto por trauma o enfermedad de la columna vertebral o de la misma médula espinal. La mayoría de las lesiones de la médula espinal se deben al trauma en la columna vertebral. Este trauma puede causar una fractura del hueso o un desgarrar de los ligamentos con desplazamiento de la columna ósea.

El daño de una lesión en la médula espinal afecta la transmisión y la recepción de mensajes desde el cerebro hacia los sistemas del cuerpo que controlan las funciones sensoriales, motoras y autonómicas hasta la altura de la lesión. Los mensajes del cuerpo desde la altura de la lesión para abajo no llegan al cerebro. El cerebro tampoco puede enviar mensajes a la parte del cuerpo ubicada debajo de la altura de la lesión.

Es muy importante distinguir entre lesiones que ocurren propiamente en la médula espinal, de aquéllas que ocurren en el cono medular o en la cauda equina (parte terminal de la medula ósea la cual se ramifica de forma vertical a segmentos inferiores)

Una lesión de la médula espinal que conserva los segmentos de la médula espinal por debajo de la altura de la lesión, generalmente produce un tipo de lesión de la neurona motora superior (UMN) o parálisis espástica. Los reflejos intrínsecos ahora no son suprimidos y se transforman en hiperrefléxicos y esto conduce a un incremento de tono, espasmos y espasticidad en los músculos.

Una lesión del cono medular, que no conserva los segmentos de la médula espinal por debajo de la altura de la lesión, o una lesión de la cauda equina produce un tipo de lesión de la neurona motora inferior (LMN) o parálisis flácida. Con este tipo de lesión, el estímulo no puede alcanzar la médula espinal; por lo tanto, los reflejos y el tono muscular se mantienen disminuidos o flácidos.

I.1.10 CLASIFICACIÓN

Un examen completo para determinar el nivel neurológico debe incluir una evaluación de los niveles sensoriales y motores afectados por una lesión de la médula espinal. La evaluación neurológica recomendada sigue las clasificaciones publicadas en "International Standards of Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury," edición revisada en 1992, y aprobada por la American Spinal Injury Association y la International Medical Society of Paraplegia.

El nivel neurológico de la lesión se define como "el segmento más inferior de la médula espinal con función sensorial y/o motora normal en ambos lados del cuerpo".

La clasificación de la lesión se determina con un examen completo de un neurólogo y se realiza en ambos lados del cuerpo, las cuales pueden ser con pequeños piquetes en los pies para determinar la sensibilidad y se determina una lesión incompleta (conserva funciones sensoriales y/o motoras) o parcial (la médula es parcialmente dañada) y la lesión completa (no hay sensación ni movimiento)

El médico examina las 28 dermatomas (las raíces nerviosas que reciben información sensorial desde las áreas de la piel) para determinar la sensibilidad al pinchar con una aguja y al tocar ligeramente. Los niveles motores son examinados en los 10 pares de miotomos [grupos de músculos].

Los niveles sensoriales y motores necesitan ser evaluados en los dos lados del cuerpo, derecho e izquierdo. No es raro que haya una diferencia entre el más bajo nivel motor normal y el más bajo nivel sensorial normal. El médico usa esta evaluación para clasificar la lesión como completa o incompleta y asignar a la lesión un nivel.

Otra manera con la que el nivel de lesión de la médula espinal puede ser clasificado es como tetraplejía y paraplejía. Tetraplejía: se refiere a las lesiones en la región cervical de la médula espinal. Paraplejía: se refiere a las lesiones que ocurren en los segmentos dorsal, lumbar o sacro antes mencionada.

Cuando una lesión de la médula espinal es clasificada como incompleta o parcial, esto significa que la médula ha sido parcialmente dañada. Una lesión incompleta conserva parcialmente funciones sensoriales y/o motoras por debajo del nivel neurológico de la lesión e incluye el segmento sacro más bajo. Una lesión completa o total indica un bloqueo completo de los mensajes nerviosos. Con una lesión completa no existe función sensitiva o motora en el segmento sacro inferior.

Las fibras más pequeñas de las raíces nerviosas salen de la médula espinal continuamente y se incorporan a las raíces nerviosas. En una lesión de la médula espinal, solamente algunas partes de las fibras más pequeñas que van al nivel de la raíz nerviosa podrían estar dañadas. Por lo tanto, la raíz nerviosa, que equivale a un segmento espinal, podría estar parcialmente dañada.

También se incluye en el examen neurológico la clasificación de los Síndromes Clínicos. Los Síndromes incluyen el Síndrome de la Médula Central, el Síndrome de Brown-Sequard, el Síndrome de la Médula Anterior, el Síndrome del Cono Medular y el Síndrome de la Cauda Equina. Algunas veces se puede presentar un síndrome mixto o no clasificado.

Recientemente incorporado a la clasificación del método de evaluación es la Medida Funcional Independiente (FIM). La FIM es un método para controlar y evaluar una mejoría relacionada con el tratamiento. Esto mide las actividades de la vida diaria, en las áreas de atención por la propia persona, control de los esfínteres, movilidad, locomoción, comunicación y conocimiento social. Las actividades como comer, ir al baño y vestirse son clasificadas en una escala que mide dependencia e independencia.

Al realizarse un examen completo y exacto y al determinar el nivel neurológico de la lesión, se pueden establecer metas futuras para rehabilitación y un programa de rehabilitación puede desarrollarse en torno a metas reales.

Las lesiones de la médula espinal pueden ocurrir a cualquier nivel de la columna espinal o en múltiples niveles. El área lesionada más común es en la *parte inferior del cuello* en los niveles C-4, C-5 y C-6. La segunda área más común es entre T-12 y L-1, que es más o menos en la *parte inferior de la cavidad torácica*.

Desde 1990, la categoría neurológica más frecuente es tetraplejía incompleta (31.2 por ciento), seguida por paraplejía completa (28.2 por ciento), paraplejía incompleta (23.1 por ciento) y tetraplejía completa (17.5 por ciento).

Hay ligeramente más frecuencia de individuos con lesión en la médula espinal designados con tetraplejía que los que son designados con paraplejía, 51.3 por ciento y 48.7 por ciento, respectivamente.

El promedio de lesiones completas o incompletas ha cambiado gradualmente a través de los años, de manera que recientemente más de la mitad, 55 por ciento, son incompletas. Se piensa que el cambio es debido a una mejoría en el manejo por parte de servicios médicos de emergencia más organizados y coordinados.

I.1.11 LAS LESIONES AGUDAS EN LA MEDULA ESPINAL

¿QUÉ ES UNA LESION AGUDA DE LA MEDULA ESPINAL?

La médula espinal es un haz de nervios que transporta los mensajes entre el encéfalo y el resto del cuerpo. Las lesiones agudas de la médula espinal (su sigla en inglés es SCI) se deben a una lesión traumática que produce como resultado una magulladura (también llamada contusión), un desgarro parcial o un desgarro completo (llamado transección) en la médula espinal. Las SCI son una causa frecuente de invalidez permanente y muerte tanto en los niños como en los adultos.

I.1.12 ¿QUÉ CAUSA UNA LESION AGUDA DE LA MEDULA ESPINAL?

Existen muchas causas de SCI. Las lesiones más frecuentes se producen cuando una zona de la columna vertebral o del cuello se dobla o se comprime, por ejemplo como consecuencia de:

Lesiones durante el parto, que suelen afectar a la columna vertebral en la zona del Cuello.

Caídas.

Accidentes de tráfico (cuando la persona va como pasajero en un automóvil o en caso de atropello de un peatón).

Lesiones deportivas.

Accidentes al saltar al agua de cabeza, accidentes en un trampolín.

Violencia(disparos, puñaladas).

Las lesiones medulares, así como otro tipo de lesión pueden ser causadas por cualquier accidente.

Considere las siguientes estadísticas sobre las SCI en niños: Entre el 60 y el 75 por ciento de las SCI se producen en la zona del cuello. El 20 por ciento de las SCI se producen en la zona del pecho o en la parte superior de la espalda. El resto de las lesiones agudas de la médula espinal, es decir, entre el 5 y el 20 por ciento, se producen en la parte baja de la espalda.

I.1.13 ¿CUÁLES SON LOS SINTOMAS DE UNA LESION AGUDA DE LA MEDULA ESPINAL?

Los síntomas pueden tener diversos grados en función de la gravedad y la ubicación de la SCI. Al principio el paciente puede sufrir un shock medular, que produce pérdida o disminución en la sensibilidad, movimiento muscular y en reflejos. A medida que disminuye la inflamación pueden aparecer otros síntomas, que dependen de la ubicación de la lesión. Generalmente, los síntomas son más graves cuanto más alta sea la zona de la médula espinal en la que se produce la lesión.

Por ejemplo, una lesión en el cuello, en C1 o C2 (la primera y segunda vértebras de la columna vertebral), afecta a los músculos de la respiración y a la capacidad de respirar. Una lesión más baja, en las vértebras lumbares, puede afectar a los nervios y músculos que controlan la vejiga, los intestinos y las piernas. Las SCI se clasifican en función del tipo de pérdida de funciones motoras y sensoriales del paciente a continuación se enumeran los principales tipos de clasificaciones:

Tetraplejía ("tetra" significa "cuatro") - supone la pérdida de la movilidad y la sensibilidad de las cuatro extremidades (brazos y piernas). La tetraplejía también afecta a los músculos del pecho, por lo que el paciente necesita una máquina para respirar.

Paraplejía ("para" significa "dos partes iguales") - supone la pérdida de movilidad y sensibilidad de cintura para abajo (pierna derecha e izquierda).

A continuación se enumeran los síntomas más comunes de las lesiones agudas de la médula espinal. Sin embargo, cada individuo puede experimentarlos de una forma diferente.

Los síntomas pueden incluir:

Debilidad muscular.

Pérdida de los movimientos voluntarios de los músculos en el pecho, los brazos o las piernas.

Problemas para respirar.

Pérdida de la sensibilidad en el pecho, los brazos o las piernas.

I.1.14 RUPTURA DE LA MÉDULA ESPINAL

La médula espinal, que se encuentra alojada en un canal dentro de las vértebras, es el tronco principal del sistema nervioso central (S.N.C.) y conecta al cerebro con el resto del cuerpo. Lleva los estímulos (órdenes) del cerebro a los demás órganos y transmite las sensaciones desde las diferentes partes del cuerpo hasta el cerebro, bien propias del organismo (presión sanguínea, secreciones, sed, etc.) bien externas al organismo (luz, temperatura ambiental, sentido del tacto, sonidos, etc.)

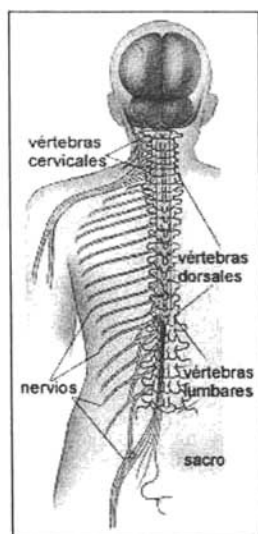


Figura 1.- Columna vertebral y médula espinal normales.

I.1.15 DESCRIPCIÓN

Consiste en la falta de continuidad en la médula, es decir, por cualquier proceso la uniformidad de la médula espinal es alterada. Esta rotura puede ser total (cuando se rompe toda la médula en un mismo nivel) o parcial (cuando solo se rompe una porción, quedando otra intacta).

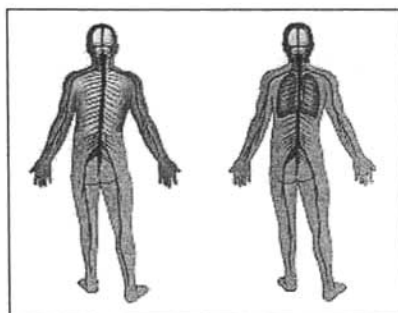


Figura 2.- La extensión de la parálisis depende de donde esté la lesión.

I.1.16 CONSIDERACIONES

Hoy por hoy y a pesar de todos los avances científicos, las neuronas, células que constituyen el S.N.C., no son regeneradas. Si bien, muchos estudios parecen enfocar que en un lapso más o menos largo de tiempo, quizás se pueda solucionar; si no totalmente sí parcialmente este inconveniente.

I.1.17 CAUSAS

Las causas según orden de importancia son:

Caidas

Choques de automóviles, motos o bicicletas

Lesiones deportivas

Intervenciones quirúrgicas

I.1.18 SIGNOS Y SÍNTOMAS

Los síntomas más característicos son:

Pérdida de movimiento en piernas, brazos o ambos

Pérdida de sensibilidad

Dependiendo de la altura de la lesión (cervical, lumbar, etc.) pueden aparecer:

Problemas respiratorios

Incontinencia urinaria

Incontinencia fecal

I.1.19 TRATAMIENTO

Si bien, frente a la ruptura de la médula espinal hoy, no se tienen procedimientos médicos que puedan curar la lesión, sí frente a otros procesos en los que se vea afectada la columna, el médico podrá recomendar:

Reposo

Rehabilitación

Inmovilización

Fajas

Collarines

Tratamiento con medicamentos

Intervención Quirúrgica

I.1.20 CUIDADOS

Si bien, el mejor cuidado que se podría tener es el evitar los factores de riesgo que pueden conducir a problemas de columna, una vez se origina una ruptura medular los cuidados irían enfocados a:

Apoyo psicológico del enfermo

Rehabilitación pasiva del enfermo, es decir, la realización de ejercicios donde no interviene el paciente pero sí el rehabilitador. Con ello se trata de reducir o retrasar el máximo tiempo posible la atrofia muscular, así como conseguir la mayor respuesta por parte del órgano afectado

¿CÓMO SE DIAGNOSTICAN LAS LESIONES AGUDAS DE LA MEDULA ESPINAL?

¿TRATAMIENTO DE LAS LESIONES AGUDAS DE LA MEDULA ESPINAL?

¿CONSIDERACIONES DE POR VIDA PARA UNA PERSONA CON UNA SCI?

En este acontecimiento traumático cuya consecuencia es una de las lesiones agudas de la médula espinal (SCI) resulta devastador tanto para el paciente como para su familia. Después de la hospitalización y la rehabilitación, el equipo del cuidado de la salud enseña a los familiares cómo cuidar al paciente en casa y les da una idea general sobre los problemas médicos específicos que requieren atención médica inmediata por parte del médico al paciente.

La persona discapacitada necesita enfocarse en utilizar al máximo sus capacidades tanto en casa como en la comunidad. El refuerzo positivo lo animará a fortalecer su autoestima y fomentará su independencia.

Una persona que tiene una lesión medular requiere frecuentes evaluaciones médicas y exámenes de diagnóstico después de la hospitalización y la rehabilitación para vigilar su progreso.

1.2 REHABILITACIÓN.

La rehabilitación incluye un programa dinámico activo y un proceso de aprendizaje que tengan por objeto permitir que una persona enferma o incapacitada logre el grado más alto de autosuficiencia física, mental, social, emocional, vocacional y económica que sea capaz, el cual es el objetivo de la rehabilitación.⁶(Macias, 1995:42)

La rehabilitación es un gran paso y una medida que su fin es: la obtención o reanimar la confianza del paciente con un plan de trabajo previamente determinado por personas calificadas, las cuales establecen objetivos para el bienestar del paciente.

⁶ MACIAS Hernández, Elia Ivonne. "Lesión Medular" México, tesis de Técnico en Enfermería General, CETIS, SEP.1995

1.2.1 PERSONAL DE LA REHABILITACIÓN.

De acuerdo con Macias, la rehabilitación es un procedimiento creativo; requiere un grupo de profesionales para el cuidado de la salud de los pacientes, los cuales trabajan juntos y brindan sus servicios especializados a una meta común, que es ayudar tanto como sea posible a la función del paciente. En sesiones de grupo los miembros del personal valoran los progresos del enfermos y hacen los cambios necesarios del programa.

1.- Paciente: miembro clave del equipo para el cuidado de la salud, que participa estableciendo objetivos, aprendiendo y trabajando en su programa individual de rehabilitación, de modo que por último pueda controlar su propia vida.

2.- Enfermera: es la responsable de desarrollar un plan de cuidados para el paciente, dirigido a metas precisas para el paciente, y de coordinar las actividades de otros miembros del grupo para lograr estos objetivos. En las responsabilidades de la enfermera se incluyen las siguientes:

- Prevención

- Restablecimiento y conservación de una salud física y psicosocial óptima.

- Aplicación de plan de cuidados de enfermería, con intervenciones en la atención de la piel, la posición, técnicas de traslado, atención de la vejiga y el intestino, nutrición, ayuda psicosocial y educación del enfermo.

3.- Médico: establece el diagnóstico de tal forma que el tratamiento pueda dirigirse a objetivos realistas; prepara un programa del paciente y dirige al grupo.

4.- Fisiatra: Médico especialista en medicina física y de rehabilitación .

- Estudia la función física del paciente

- Establece los objetivos de la función

- Supervisa el programa de rehabilitación.

5.- Terapeuta físico: fortalece los músculos débiles y evita deformaciones; enseña y supervisa al paciente durante el programa de ejercicios prescritos; enseña nuevas formas de locomoción, transporte y actividades diarias, utiliza agentes y materiales físicos, y ayuda a establecer la función del cuerpo después de enfermedades y lesiones.

6.- Psicólogo: ayuda a que el paciente explore y exprese sentimientos sobre sí mismo, valora la motivación del paciente, los valores y las actitudes hacia su discapacidad; atiende consultas sobre intervenciones conductuales, que facilitarán el regreso del paciente a la sociedad; ayuda a relajar la tensión de los miembros del equipo que participa en el cuidado del paciente; puede trabajar con la familia para ayudarla a afrontar los problemas que han surgido como resultado de la incapacidad del enfermo.

7.- Terapeuta ocupacional: desarrolla las habilidades que pueden transferirse a las situaciones en casa y en el trabajo; elabora proyectos prácticos para que el paciente pueda tener una participación en una vida útil y que lo lleve a dominarse así mismo y al medio que lo rodea.

8.- Trabajo social: investiga los antecedentes y el estado socioeconómico del enfermo, y ayuda al paciente y sus familiares a medida que el enfermo se ajusta al medio social y de su hogar.

9.- Consejero vocacional: estudia al paciente para descubrir su interés y aptitudes de tal forma que puede instituir un adiestramiento vocacional.

10.- Consejero sexual: está capacitado para diagnosticar y tratar las disfunciones sexuales de personas incapacitadas. Este papel también puede asumirlo un profesional de la salud, bien preparado (trabajadora social, enfermera, psicólogo).

La información obtenida, de acuerdo con Macias, López y deGoot, es de vital importancia para el conocimiento de el origen de todas la causas posibles que se puede sufrir una lesión de esta magnitud y los esfuerzos obtenidos con el apoyo de instituciones que son fundadas para el fin de mejorar, reestablecer la salud y confianza en el paciente, gracias a las instituciones se lograron beneficios mundiales ya que la lesión medular era en algunos años causa segura de muerte por los problemas renales y úlceras que se complicaban.

Después de las instituciones se lograron cambios benéficos para el conocimiento de las diferentes causas que podrían causar estas lesiones y la importancia de la médula es fundamental en el desarrollo humano, el cual puede verse afectado por diferentes problemas ya sea en el desarrollo del feto, o en la adolescencia.

También se logró una mejora en la rehabilitación del paciente ya que con un grupo capacitado de diferentes personas especializadas y las recomendaciones de estas producen un trabajo muy importante para lograr una vida independiente del paciente.

I.3 INSTITUCIONES

En América latina y sobre todo en México las instituciones en que se pueden dirigir las personas que sufren este tipo de lesión, estas son:

APAC
DIF
VIDA INDEPENDIENTE
CRIT
HOSPITAL SHRINERS
IMSS.

Estas instituciones cuentan con un taller de artes y oficios, en los cuales se fabrican órtesis y prótesis de acuerdo a las necesidades de los pacientes, se le fabrica el molde seguido de la prótesis u órtesis. Los materiales pueden ser polipropileno, resinas y en otros casos muy especiales dependiendo el grado de la lesión es el material como la fibra de carbón, fibra de vidrio con resinas o aleaciones de materiales de aluminio, titanio; éstos son importados de países como Alemania, Francia, USA , etc.

Las prótesis que se realizan en las instituciones son:

- Funda de extremidad residual
- Funda con doble amortiguación
- Single Socket Gel Forro
- Double Socket Gel Forro
- Soportes para talón
- Protectores para dedos
- Fundas de malla con gel para dedos
- Manga suave para talón
- Talonera / Codera elástica
- Protector de talón / Codo con Velcro
- Manga protectora con gel
- Manga maleolar con gel
- Articulaciones flexibles
- Cubiertas externas durables de licra o nylon

Las importadas son:

- Rodilla
- Pie y tobillo
- Pie de respuesta dinámica
- Rodilla estabilizada
- Encajes de gel de silicón
- Prótesis enteras de piernas
- Prótesis enteras de brazos
- Rodilla de bloqueo.

Todas estas son costosas y las últimas son demasiado, ya que es muy complicado conseguir y el traslado es muy alto, el precio puede variar dependiendo la órtesis o prótesis, de 100 a 1000 dólares, estos impedimentos hacen a las instituciones crear improvisadas prótesis y órtesis, ya que en casi todos los pacientes que requieren de estas, sus ingresos no son lo suficientemente buenos para que las adquieran.

INTRODUCCIÓN TECNOLÓGICA.

El estudio general de los polímeros nos dará un panorama muy amplio de los avances tecnológicos y los usos de los plásticos en la industria, en el hogar y en el uso diario.

Este tema se desarrollo pensando en el material ideal para la obtención de una órtesis adecuada, que reúna todas las características ideales según el fabricante, el avance del plástico se ve como un material sumamente importante para la fabricación de prótesis, artículos deportivos, etc. Estos no pueden ser tan pesados ni tan rígidos, es por esta razón que son utilizados en su forma pura ó en combinación con otros elementos para su optimo resultado.

Por esto se crean varios congresos para la descripción, características y propiedades de los plásticos y de los nuevos plásticos que son creados, para la satisfacción de la industria y de la vida diaria.

En un informe del Congreso de los Estados Unidos, por parte de algunos de los profesores y científicos más reconocidos de ese país: Ashok Saxena, Thomas Sanders Jr, entre otros, se reconoció el papel central que desempeñan los materiales en las sociedades técnicamente avanzadas, el cual menciona:

"Los materiales avanzados y el procedimiento avanzado de los materiales son indispensables para la calidad de vida, la seguridad y la fortaleza económica de las naciones. Los materiales avanzados son los elementos constructivos de las tecnologías avanzadas. Todo lo que usan los estadounidenses esta hecho de materiales, desde los circuitos integrados de semiconductores hasta los rascacielos flexibles de concreto, desde las bolsas de plástico hasta una cadera artificial de bailarina, o las estructuras de materiales compuestos de las naves espaciales. El impacto de los materiales se extiende más allá de los productos, porque decenas de millones de empleos en manufactura dependen de la disponibilidad de materiales especializados de alta calidad, al igual que los materiales avanzados son los bloques constructivos de la tecnología".⁷

Cuando se procesan en formas particulares, permiten los avances tecnológicos que constituyen el progreso. Los materiales y métodos de procedimientos avanzados han llegado a ser esenciales para el mejoramiento de la calidad de vida, la seguridad, la productividad industrial y el crecimiento económico. Son las herramientas para mejorar los problemas urgentes, como la contaminación, los recursos naturales que declinan y los costos que aumentan.

Con esto podemos concluir que la capacidad para desarrollar y usar materiales es fundamental para el avance de cualquier sociedad.

⁷ Fuente: Materials Science and Engineering for the 1990s: Maintaining Competitiveness in the Age of Materials, Nacional Research Council, D.C: (Nacional Academy Press, 1989)

EL PAPEL DE LOS MATERIALES EN LAS SOCIEDADES AVANZADAS

A mediados del siglo XVI, las innovaciones en procedimiento de materiales que condujeron al desarrollo de las espadas en Asia. Se usaron dos métodos para fabricarla. En uno, capas alternas de hierro suave y acero (en este caso Fe con un 0.6% de C) eran martilladas a altas temperaturas para producir una hoja con filo de acero duro, para retener su superficie cortante, y un cuerpo de hierro que proporcionaba la resistencia a la fractura, en Japón se obtenían resultados parecidos martillando al acero hasta formar una lamina delgada.

En fecha más reciente, el desarrollo de procesos para obtener un control preciso de la composición y estructura ha hecho posible la tecnología del transistor miniaturizado. El resultado ha sido una revolución en la electrónica, y se han podido producir cosas como: computadoras, teléfonos celulares, discos compactos, etc. Otra área en la que los materiales son el trampolín del progreso es la industria aeroespacial.

Las aleaciones de aluminio y titanio, ligeras y resistentes, han impulsado el desarrollo de estructuras más eficientes; mientras que el descubrimiento y la mejora de aleaciones base de níquel activaron el desarrollo de los motores de reacción poderosos y eficientes, que impulsan esos aviones. Las mejoras continúan a medida que los materiales compuestos y las cerámicas sustituyen a los materiales convencionales.

Otro ejemplo de materiales referentes son los empleados en el campo de las telecomunicaciones. La información que alguna vez se conducía eléctricamente a través de alambres de cobre, hoy se transporta en forma óptica, a través de fibras transparentes de SiO_2 de alta calidad. Las propiedades de las fibras se hacen variar, deliberada y exactamente del diámetro de la fibra, para obtener máxima eficiencia.

CLASES PRINCIPALES DE MATERIALES

Se consideran que las clase principales de los materiales tecnológicos son:

Metales; se incluyen al hierro, cobre, aluminio, plata y oro.

Cerámicos; arena, ladrillos, mortero, el vidrio de ventanas y el grafito.

Polímeros; celulosa, nylon, polietileno, teflón y poliestireno.

Materiales Compuestos; carbono-carbono / se usan en las losetas del trasbordador espacial), fibras de carbono en una matiz de epóxico (su uso en raquetas de tenis y en esquís)

Semiconductores; silicio y germanio.

Los materiales compuestos denominados "diseñados" son un buen ejemplo de una nueva clasificación. Éstos se forman combinando otros materiales (que con frecuencia son convencionales) mediante una tecnología avanzada, para obtener propiedades que no se encontraban en las clases existentes de estos.

Si bien las propiedades de un material se relacionan con su estructura, es importante comprender que la forma en la que se procesa afecta a su estructura y por consiguiente a sus propiedades, por ejemplo el procesamiento térmico sobre las propiedades del acero. Este metal, si se enfría lentamente desde una temperatura alta, será relativamente blando y tendrá poca resistencia. Si el mismo se temple (se enfría rápidamente) desde la misma alta temperatura, será extremadamente duro y quebradizo. Finalmente si se temple y después se recalienta a una temperatura intermedia, tendrá una combinación excelente de resistencia y tenacidad.

METALES .

Los metales son sólidos, sus átomos están ubicados en posiciones regularmente definidas, en la estructura las cuales son regulares y repetitivas, llamadas cristales, que originan propiedades específicas. Los metales son excelentes conductores de electricidad, son relativamente resistentes y densos, se pueden amoldar en formas complejas y resisten a la ruptura por fragilidad cuando se someten a grandes fuerzas de impacto.

Este conjunto de propiedades mecánicas y físicas hace que los metales sean una de las clases más importantes de materiales, tanto como para aplicaciones eléctricas como estructurales. El uso difundido y en algunos casos exclusivos de los metales se da en los automóviles, aviones, edificios, puentes, máquinas, herramientas, barcos y muchas aplicaciones más, donde se requiere una combinación de alta resistencia y resistencia a la fractura frágil, debido principalmente a la excelente combinación de resistencia y tenacidad (resistente a la fractura).

Algunas mejoras importantes en los metales:

Se han alcanzado mayores temperaturas de funcionamiento en los motores de reacción con el uso de los álabes de turbina producidos con procesos de solidificación controlada. Los álabes están constituidos por aleaciones (mezclas de átomos a escala atómica) de níquel u otros metales. Con el uso de sensores avanzados continuarán las mejoras

Con frecuencia, las partes se fabrican a partir de metales en polvo, compactándolos en una forma deseada, a temperatura y presión altas en un proceso llamado metalurgia de polvos. Por su menor costo de fabricación. Si bien se puede obtener una mejora en la variación de propiedades, y permite que las cargas de operación aumenten con seguridad. Los menores costos de producción de la metalurgia de polvos continuarán impactando los campos aeroespacial y automotriz.

CERÁMICAS.

Las cerámicas están formadas por especies atómicas metálicas y no metálicas. Muchas de las metálicas (no todas) son cristalinas y con frecuencia el no metal es el oxígeno, como en el Al_2O_3 , MgO y CaO , todas ellas cerámicas típicas. Una diferencia significativa entre las cerámicas y los metales es que en ellas el enlace es iónico y/o covalente. Como resultado no hay electrones en ellas, por lo general son pobres conductoras de electricidad y se usan con frecuencia como aplicaciones eléctricas. Un ejemplo común es el de las bujías automotrices, en las que un aislante de cerámica separa a los componentes metálicos.

Los enlaces iónicos y covalentes son extremadamente fuertes, los materiales cerámicos son intrínsecamente más resistentes a los metales; sin embargo, debido a su estructura más compleja, los iones o átomos no pueden desplazarse con facilidad bajo fuerzas aplicadas, en vez de doblarse para acomodar tales fuerzas, las cerámicas tienden a fracturarse frágilmente.

La estructura de enlaces rígidos de las cerámicas confiere otras ventajas, entre ellas la estabilidad a alta temperatura, la resistencia al ataque químico y resistencia a la absorción de sustancias extrañas. Por esto son ideales en aplicaciones de alta temperatura, por ejemplo la del traspasador espacial, o como condensadores de sustancias reactivas y como vajillas de mesa para consumir alimentos, donde no se desea tener contaminación superficial.

Algunas cerámicas no son cristalinas, por ejemplo el vidrio de ventanas, formado principalmente por SiO_2 con agregados de varios óxidos metálicos. Las propiedades ópticas tienen gran importancia en el vidrio y se puede controlar por la composición y el procedimiento, al igual que sus propiedades térmicas y mecánicas. El vidrio de seguridad no es sino un vidrio que se ha sometido a un ciclo térmico que deja la superficie en un estado de compresión y su resistencia a la ruptura.

Algunas aplicaciones actuales de los materiales cerámicos.

En la industria automotriz, las propiedades térmicas y de resistencia de las cerámicas las hacen muy atractivas para fabricar componentes de motor, como en Japón hay más de 60000 automóviles con turbocargadores de cerámica, que aumenta la eficiencia del automóvil. Los materiales en esta aplicación son nitruro o carburo de silicio, Si_3N_4 o SiC , procesados con fines de resistir la fractura.

Las computadoras de la próxima generación tienen componentes electroópticos de cerámica, que les permitirán tener mayor velocidad y eficiencia.

POLÍMEROS

Los polímeros consisten en moléculas de cadena larga en grupos repetitivos, que principalmente tienen enlaces covalentes. Los elementos comunes en la columna vertebral de la cadena son el C, el O, N y el Si. Un ejemplo de un polímero común con una estructura simple es el polietileno mostrado en la figura. Los enlaces entre la columna vertebral son covalentes, cuyas cadenas moleculares son extremadamente fuertes, las cadenas se unen entre sí mediante enlaces secundarios comparativamente débiles, es difícil que deslicen entre sí cuando se les aplican fuerzas, y en consecuencia, la resistencia del material es relativamente baja. Además muchos polímeros tienden a reblandecerse a temperaturas moderadas, no son útiles en aplicaciones de alta temperatura.

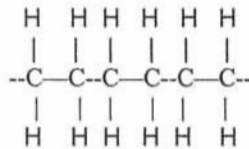


Figura 3.- Esquema de la estructura del polietileno. El monómero o unidad básica repetitiva del polímero, es el grupo $\text{-C}_2\text{H}_4\text{-}$

Como contienen elementos comunes y son relativamente fácil de sintetizar, o existen ya en la naturaleza, pueden ser poco costosos: tiene baja densidad, debido a los elementos ligeros que lo constituyen, se conforman con facilidad en formas complejas, por esto han reemplazado a los metales en las partes moldeadas de los automóviles y en aplicaciones en aeronáutica, cuando se requiere una pequeña resistencia a carga. Por esas propiedades así como por su inercia química, se usan para envases de bebidas y tuberías.

Como los metales y las cerámicas, se pueden modificar sus propiedades variando su composición y su procesamiento, por ejemplo al sustituir uno de los cuatro hidrógenos del polietileno por un anillo de benceno, se obtiene un poliestireno, que se ve en la figura 4.

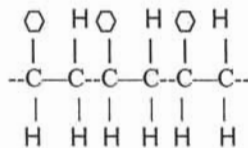


Figura 4.- Esquema de la estructura del poliestireno. El polímero tiene la misma estructura básica que el polietileno, que se ve en la figura 3, pero un anillo de benceno (C_6H_5) ha sustituido a uno de los cuatro átomos de H. Como resultado de este grupo lateral mayor, que estorba el movimiento de cadenas adyacentes del polímero, el poliestireno es más rígido que el polietileno.

El polietileno es flexible y se aplica en artículos como: la botellas de fuelle, el poliestireno, es un grupo lateral comparativamente grande del anillo de benceno restringe el movimiento de las moléculas de cadena larga y hace que la estructura sea más rígida.

Algunas aplicaciones de los polímeros son:

El desarrollo de los polímeros biodegradables tiene el potencial de minimizar el impacto negativo que tiene sobre el ambiente la tremenda cantidad de desperdicio que genera la sociedad.

Los polímeros electroconductores pueden reemplazar a los conductores metálicos en aplicaciones donde el peso es crítico, como en cables eléctricos y vehículos espaciales.

MATERIALES COMPUESTOS.

Los materiales compuestos son estructuras en las que se combinan dos o más materiales para producir un nuevo material cuyas propiedades no se podrían alcanzar con métodos convencionales. Un ejemplo, la madera contrachapada o triplay, concreto y los neumáticos con cinturones de acero. Las aplicaciones de los materiales compuestos, reforzadas con fibra en materiales estructurales en los que es importante la rigidez, la resistencia y la baja densidad.(raquetas de tenis, bicicletas de carreras y esquís que se fabrican de un compuesto de fibras de carbono y resina de epoxi, que es resistente, ligero y sólo moderadamente costoso). En este material las fibras de carbono están empapadas en un matiz de resina de epoxi, las fibras de carbono son fuertes y rígidas pero tienen poca ductilidad. El epoxi, tiene dos papeles importantes si se mezcla con otro polímero; es un medio de transferir la carga de las fibras, y la interfase entre fibras-matiz cede y detiene las grietas pequeñas, haciendo así una resistencia a las grietas que cualquiera de sus componentes.

La resistencia y la rigidez de un material compuesto se puede controlar variando la cantidad de fibra de carbono incorporada en la resina. Esta posibilidad de adaptar las propiedades y la baja densidad inherente del material y su facilidad de fabricación, hace que sea atractiva para muchas aplicaciones. Además de la aplicación en los artículos deportivos se usan para aplicaciones aeroespaciales (álabes de compresor en los motores de reacción, donde las temperaturas de funcionamiento son bajas) y para superficies de control o aletas en aviones.

También se pueden fabricar los materiales compuestos al incorporar fibras resistentes de cerámica en una matriz metálica para producir un material resistente y rígido (fibras de SiC embebidas en una matriz de aluminio) a este material compuesto se le conoce de matriz metálica (construcción de aviones de cargas moderadas cubierta de fuselaje).

Los materiales compuestos en los que se embeben fibras metálicas en una matriz de cerámica(compuestos de matriz de cerámica) se producen para tratar de aprovechar la resistencia de la cerámica y al mismo tiempo obtener un aumento en la tenacidad, debido a las fibras metálicas que pueda deformar y desviar las grietas.

Hay algunos desarrollos de los materiales compuestos.

Hay gran potencial de reducir el peso y aumentar la carga útil en los aviones. Los usos iniciales son en las partes con poca carga, los estabilizadores verticales y las superficies de control hechos de una mezcla con epóxico y fibra de carbono. Los materiales compuestos con matriz de cerámica, para alta temperatura, permitirán el aumento de las temperaturas de funcionamiento de los motores.

SEMICONDUCTORES.

Los principales materiales semiconductores son los elementos silicio y germanio, que forman enlaces covalentes y también una serie de compuestos con enlaces covalentes (GaAs). Los semiconductores son una subclase de las cerámicas porque sus características de enlazamiento y sus propiedades mecánicas se parecen a las que tiene las cerámicas. Las técnicas de procesamiento para los semiconductores están entre las más desarrolladas de aquellas que se usan para cualquier material. Por ejemplo, los niveles de impureza se controlan, en forma rutinaria, en la zona de la partes por mil millones, es decir algunos átomos de impureza por cada mil millones de átomos de anfitrión.

Los productos microelectrónicos son, en esencia materiales compuestos en los que se deben usar distintas clase de materiales, como conductores metálicos, elementos semiconductores y aislantes de cerámica, estando muy cercanos entre sí. Uno de los desafíos en el área de la microelectrónica está en la miniaturización de los dispositivos los cuales tiene tamaños de fracciones de micras.

Las aplicaciones de los semiconductores son:

La escala de tamaño de los elementos microelectrónicos continúa disminuyendo. Mientras que un chip característico de una computadora 486 contiene más o menos un millón de elementos y se prevé que se tendrán 100 millones de elementos. Esto dará como resultado dispositivos electrónicos más pequeños, más rápidos y más poderos de todo tipo.

PROPIEDADES DE MATERIALES.

Los materiales que se usan se seleccionan con base en las propiedades que tiene importancia especial para su aplicación. Así los ingenieros mecánicos, aeroespaciales y civiles tienen que ver con frecuencia con las propiedades mecánicas de los materiales, los ingenieros químicos con las propiedades de corrosión y los ingenieros electricistas con el comportamiento eléctrico y magnético. Los ingenieros de materiales se desenvuelven con frecuencia como parte de un equipo de diseño.

PROPIEDADES MECÁNICAS.

Los materiales seleccionados deben resistir los efectos corrosivos del ambiente en el que se usan. Por la corrosión se pierde también una cantidad parecida a la que se pierde en fallas catastróficas. Una de las partes más fundamentales del proceso de diseño mecánico implica la elección de un material que tenga la resistencia, rigidez, tenacidad y ductilidad suficientes para cumplir con los requisitos que la aplicación estructural pretenda.

PROPIEDADES ELÉCTRICAS

La conductividad es quizá la propiedad más fundamental de un material. Es esencialmente una medida estandarizada de la cantidad de carga que pasa por unidad de tiempo, en respuesta a un campo eléctrico aplicado. Las conductividades eléctricas de algunos metales, cerámicas, polímeros y semiconductores.

La conductividad de un material se puede alterar mucho agregándole impurezas. En los metales, las impurezas disminuyen la conductividad, porque el átomo de impureza interfiere con el movimiento de los electrones libres, cuando se usan metales para conducir electricidad, se suele aplicar en su forma tan pura como sea posible, para reducir la resistencia eléctrica. La adición controlada de pequeñas cantidades de impurezas a elementos como el Si y el Ge, esta base de la producción de los semiconductores modernos. Con estos semiconductores se fabrican componentes eléctricos, como transistores, los cuales están revolucionando a las industrias eléctricas y de telecomunicaciones.

II. MATERIALES POLIMEROS

II.1 DEFINICIÓN DE PLASTICO

Se conoce al plástico como aquel material que es capaz de tomar formas, cuando se le aplica una fuerza de carácter externo (calor).

Con el nombre de plástico nos referimos a materiales sintéticos que se obtienen por polimerización y ser muy maleables antes de endurecer, son susceptibles de recibir una variedad de formas, según su aplicación, desde fibras de textiles, películas finas, hojas, tubos, envases, etc.

El antecesor de los plásticos modernos es el celuloide, que logró fabricar J.W. Hyatt en los Estados Unidos en 1869, plastificando nitrocelulosa con alcanfor. Los plásticos están formados por moléculas de cadenas largas (termoplásticos). Definimos el módulo de resiliencia, o resiliencia elástica de un material, a la energía absorbida por este durante la deformación elástica, la cual puede recuperarse al descargar el material. Este valor es de energía por unidad de volumen requerida para llevar al material desde un esfuerzo nulo hasta el valor de esfuerzo de fluencia o límite (S_o). La energía de deformación por unidad de volumen para el caso de esfuerzo de tracción uniaxial, $U_o=1/2$, por definición modulo de resistencia es:

$$R_u = \frac{1}{2} S_o E_o$$

Donde:

R_u .- Modulo de resistencia

U_o .- Esfuerzo de tracción uniaxial

E_o .- Deformación unitaria para Fluencia.

S_o .- Esfuerzo de fluencia o límite

En la tabla, el valor del módulo es el área bajo la región elástica, y una material con alto módulo debe poseer un elevado valor de esfuerzo de fluencia y un bajo valor de E_I (elongación). En este caso el material podrá soportar altas cargas de energía sin que se produzcan deformaciones permanentes, en aplicaciones prácticas sería el caso de los resortes mecánicos.

II.1.2 MODULO DE RESILIENCIA PARA MATERIALES

Material	E_I (PSI)		S_O (PSI)	módulo de resistencia	UR
Acero Medio Carbono	30	x	106	45000	33.70
Acero Alto Carbono	30	x	106	140000	320.00
Duraluminio	10.5	x	106	18000	17.00
Cobre	16	x	106	4000	5.30
Caucho	150	x	150	300	300.00
Acrílico (polímero)	0.5	x	106	2000	300.00

La característica principal de los polímeros es tener un peso molecular alto, lo que afecta decisivamente las propiedades químicas y físicas de éstas moléculas.

Cuanto mayor sea el grado de polimerización, más elevado será el peso molecular del polímero. Polímeros de peso molecular más elevado son designados altos polímeros, y los de bajo peso molecular oligómeros (del griego: pocas partes). Además de los polímeros sintéticos, se encuentran en la naturaleza otras moléculas de peso molecular muy alto, que pueden tener origen inorgánico, como por ejemplo el diamante, el grafito y los silicatos; u origen orgánico (biológico), como los polisacáridos (celulosa y almidón), proteínas (colágeno, hemoglobina, hormonas, albúmina, etc.) y los ácidos nucleicos (DNA y RNA). Tanto los polímeros como estas moléculas son clasificados como macromoléculas. O sea, las macromoléculas son COMPUESTOS tanto de origen natural como sintética, con elevado peso molecular y estructura química compleja. Por tanto; la lana, el cuero, la madera, el cabello, el cuero, la seda natural y el caucho natural extraído del jébe o goma (*Hevea Brasiliensis*), son ejemplos de materiales cotidianos constituidos por macromoléculas naturales orgánicas. Estas sustancias naturales generalmente no presentan unidades estructurales, tan iguales ni tan regularmente repetidas como las sintéticas, pero sí, una complejidad que resulta en propiedades inigualables.

II.1.3 PLÁSTICOS Y ELASTÓMEROS

Algunos materiales orgánicos llamados polímeros, presentan varios tipos diferentes de micro estructuras y está constituyen la estructura básica de los plásticos. Los elastómeros, es decir cauchos, gomas y materiales con propiedades similares, también se componen de polímeros o moléculas de cadena larga, la mayoría de los cuales se derivan del petróleo.

Las materias primas aparte de los petroquímicos utilizados en la fabricación de plásticos son carbón, agua, piedra caliza, azufre y sal. Todas ellas son baratas y abundantes. A medida de que el petróleo se vuelva más caro, en el futuro puede ser reemplazado en la fabricación de plásticos por ciertas plantas productoras de látex y aceite.

Muchos de los plásticos de alta resistencia utilizados en la fabricación de aviones y automóviles son compuestos, de plásticos reforzados con fibras, estos se pegan con adhesivos de alta resistencia. Para sujetar lamina de metal, se utiliza un adhesivo epóxico de un solo componente aplicando calentamiento inductivo para acelerar su secado, éste método posee un tiempo de secado de 4 segundos.

II.2 PETROQUÍMICOS

Muchos de los materiales actuales de caucho y plástico se derivan de los derivados del petróleo, a menudo llamados petroquímicos. Antes de 1920, la gasolina y el kerosén se obtenían mediante la destilación de petróleo crudo en una retorta o destilador. Los elementos más ligeros, conocidos como naftas, se consideraban inútiles y se quemaban para deshacerse de ellos. Esto fue seguido de cerca en la década de 1930, por el proceso llamado desintegración catalítica. Este proceso se vale del calor para inducir una reacción química con la ayuda de catalizadores, en general compuestos de óxidos refractarios de aluminio, silicio y magnesio.

Los componentes del petróleo, con un punto de ebullición elevado, se separan en componentes de menor punto de ebullición que son adecuados para la fabricación de la gasolina. El material gaseoso restante consiste en compuestos que tienen de uno a cuatro átomos. Entre estos se encuentran el etileno, el propileno y los butilenos. El gas natural, con el cual se producen los gases licuados butano y propano, también es una fuente de propileno, etileno, hidrógeno y metano gracias al proceso de desintegración térmica. Estos petroquímicos pueden ser transformados en cauchos sintéticos fuertes y resistentes mediante el asombroso proceso de síntesis química.

El gas acetileno, proveniente de la hidratación del carburo de calcio, también es una fuente de materiales plásticos y cauchos sintéticos. El acetileno también se sintetiza a partir del gas natural mediante la desintegración a alta temperatura del gas natural, la mayor parte de gas acetileno utilizado en la actualidad se origina del metano y no del carburo de calcio. Del acetileno se han derivado muchos productos, pero los más importantes son el cloropreno y el policloropreno (o neopreno), el cual fue el primer caucho sintético con éxito comercial.

El poliestireno es un plástico muy importante en la industria, es transparente y sirve para la fabricación de muchos productos, con la adición de bióxido de carbono también se transforma en una espuma resistente y ligera conocida como espuma de estireno, la cual se utiliza como aislante o material para embalaje.

Productos derivados de petroquímicos	
Productos	Monómero petroquímico (materia prima)
Fluido anticongelante, Mylar	Etilenglicol
Hule butílico	Isobuteno
Resinas epóxicas, policarbonato (Lexan ® acetona, fenol, bisfenol-A	Isopropilbencina
Anticongelante etilenglicol, Myler (Dracron ®) alcohol etílico	Etileno
Mylar, poli-para-xileno (Parylene®)	Xilenos
Hule neopreno	Cloropreno
Síntesis del nylon, neopreno y hule polibutadieno (fuente)	Butadieno
Orlon: cloropreno y hule neopreno	Acetileno
Fenol, resinas fenólicas, estireno y poliestireno	Benceno
Plásticos fenólicos	Tolueno
Resinas fenólicas, resinas epóxicas	Fenol
Polipropileno, isopropilbencina, Alcohol isopropílico	Propileno
Poliestireno	Estireno
Poliestireno (no soluble)	Divinilbenceno
Producción de acetileno	Metano
Hule sintético	Isopreno

Los epoxis son plásticos termofraguantes muy fuertes pero frágiles. Logran secarse con calor o a temperatura ambiente. Las resinas epóxicas consiguen endurecerse al ser combinadas con un catalizador. Estos plásticos se utilizan como adhesivos o se refuerzan con fibras para una mayor resistencia, pueden ser vaciados en un molde para fabricar herramientas, plantillas, troqueles, o para encapsular herrajes eléctricos; éstos se pegan a casi cualquier material y se utiliza para formar una superficie durables sobre pisos de concreto o para pegar materiales al concreto, también se usan mucho como adhesivos domésticos.

Los plásticos forman parte de la vida diaria del hombre, gracias a sus propiedades antes mencionadas , y por esto, puede ser que los polímeros sean los materiales del futuro, ya que cuando el petróleo se agote, gracias a que se pueden obtener de algunas plantas, tienen un fácil maquinado, y lo más importante, se obtienen materiales más resistente y con propiedades mejores con una combinación de éstos , como las resinas epoxicas. Para la satisfacción de las necesidades diarias del hombre.

II.3 MATERIALES ÓRGÁNICOS

Gracias a las cadenas que se logran con la unión de las moléculas y crean una molécula mayor y más resistente, se consigue una elasticidad y resiliencia, a este componente se le llama plástico

Los materiales orgánicos como algodón, madera, plásticos, caucho y resinas por regular son polímeros. Estos se componen de moléculas pequeñas llamadas monómeros que constituyen los bloques con los cuales se forma la cadena polímera como se muestra en la figura. Estos elementos derivan sus nombres (monómero y polímero) del griego *mono* (uno), *poli* (muchas) y *meros* (partes)

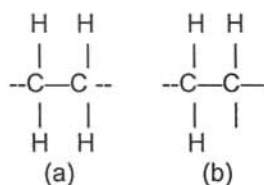


figura 5.- Una unidad monómero a) puede construir una unidad fuente de ramificación, b) si pierde uno o más átomos.

Las cadenas polímeras son células monómeras que se combinan para producir estos materiales resistentes y variados. La *polimerización* es un proceso químico en el cual se unen muchas moléculas para formar una molécula mayor. Éstas son de cadena larga (llamados polímeros elevados) son los que imparten las propiedades de resiliencia y elasticidad a las sustancias orgánicas llamadas plásticos.

II.4 ESTRUCTURA DE LOS PLÁSTICOS.

La importancia de los plásticos es que son orgánicos y emplean una base de carbono, con esto pueden llegar a crear unas cadenas largas y resistentes.

Los demás elementos que conforman las estructuras químicas de varios materiales plásticos son oxígeno, hidrógeno, cloro y flúor. El sodio se utiliza en ionómeros y el silicio en silicones. El primer polímero elevado se creó con moléculas pequeñas de materias primas fue el plástico duro y resistente llamado *baquelita*, que el químico belga Leo Baekland creó en 1908. Este científico fue capaz de unir las pequeñas moléculas de cadena larga. La baquelita, un plástico termofraguante, aún se utiliza mucho, sobre todo para fabricar componentes eléctricos. Se obtiene solo en colores oscuros.

II.4.1 TIPOS DE PLÁSTICOS

Existen tres tipos básicos de polimerización: *adición*, *copolimerización* y *condensación*.

La polimerización por adición también llamada polimerización lineal, ocurre cuando polímeros similares se unen para formar una cadena. El polietileno es un ejemplo de un polímero lineal. Estos polímeros lineales se llaman termoplásticos, lo que significa que se puede ablandar o fundir mediante calentamiento. La otra clase se compone de plásticos endurecibles, llamados así debido a que el plástico fragua o se endurece por medio de calor durante la operación de moldeo y no puede ser ablandado nuevamente. En estos plásticos en general se utiliza el oxígeno como agente de enlace transversal, el cual endurece el material y reduce en gran parte la movilidad de las largas cadenas de polímeros.

Por lo mencionado los plásticos termoendurecibles son más frágiles que los termoplásticos. La combinación de dos o más clases diferentes de monómeros se llama copolimerización, esta es similar a la aleación de dos o más metales.

El acrilonitrilo-butadieno-estireno es un plástico muy resistente. Los plásticos tecnológicos incorporan elementos como el carbón a la cadena de polímeros para mejorar sus propiedades. Uno de estos es el nylon, una poliamida. La polimerización por condensación es un proceso de combinación de moléculas de cadena larga a fin de formar cadenas más complicadas. Estas cadenas cuando se enrollan presentan plasticidad, pero cuando se enlazan transversalmente, pierden plasticidad y se vuelven elásticas, el caucho es un ejemplo.

II.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PLÁSTICOS

Una de las características de los plásticos es que casi todos son aislantes eléctricos y algunos de ellos son utilizados para la fabricación de alambres y motores plásticos, lo que los hace perfectos por ser ligeros, pero tiene un inconveniente que no se puede destruir ni exponer un largo tiempo al sol por que se deterioran, lo cual los hace menos considerados como material de construcción.

De todos los materiales para usos tecnológicos, son los más ligeros. Como tienen una conductividad térmica relativamente baja, todos buenos aislantes de calor, casi todos los plásticos son buenos aislantes eléctricos sin embargo un plástico de poliacetileno creado recientemente es un conductor de electricidad relativamente bueno y muestra perspectivas promisorias para la fabricación de alambre, baterías y motores plásticos

La mayoría de los plásticos no son biodegradables y son prácticamente indestructibles, se han creado plásticos nuevos de corta duración que se deterioran cuando se exponen al sol, en la actualidad se utilizan en empaque de productos alimenticios.

Los plásticos son relativamente resistentes a la corrosión pero pueden utilizarse sólo dentro de un limitado intervalo de temperatura de menos de 288 °C. Si se queman con frecuencia producen compuestos tóxicos, lo cual es un problema en su uso como material de construcción.

II.4.3 FABRICACIÓN DE PLÁSTICOS

Para dar a los plásticos la forma deseada, se emplea métodos diferentes.

La aplicación manual: es el método más simple para moldear las resinas plásticas en las formas deseadas. A menudo una estirilla de fibra de vidrio se impregna con una resina y se coloca sobre una forma o en un molde y se deja endurecer.

La termoformación: consiste en hacer que una hoja de plástico adquiera la forma de un molde al ablandarse con calor.

El molde por inyección: es un proceso en el cual el plástico fundido se calienta y se inyecta a presión en un molde. La pieza moldeada se solidifica rápidamente y el molde se abre para secar la pieza, en seguida se cierra el molde y el ciclo continua.

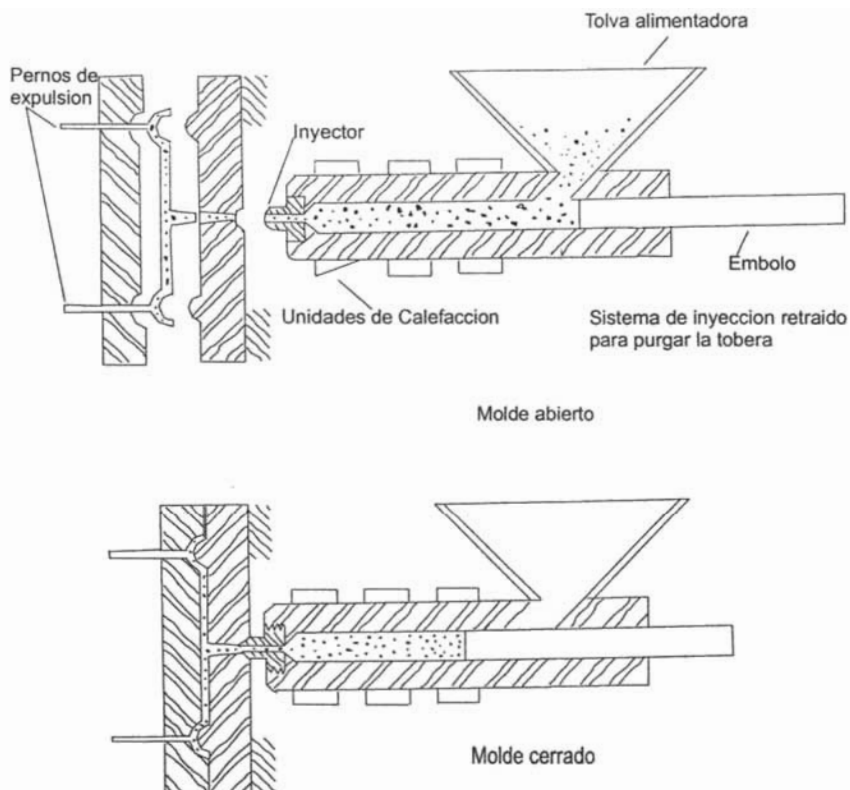


Figura 6.- Principio de moldeo por inyección. Un émbolo obliga al termoplástico granulado a moverse hacia delante y pasar a través de una serie de calefactores que lo funden. Luego es inyectado a presión al molde cerrado, donde al plástico fundido se solidifica rápidamente. En seguida se abre el molde y se saca la pieza junto con el bebedero del molde. Este ciclo se repite automáticamente.⁸

⁸ John Neely y Richard Kibbe, Modern Materials and Manufacturing Processes, derechos reservados 1987, John Wiley & Sons, inc.)

El molde por inyección de reacción: es un moderno avance de moldeo por inyección, en este proceso se combinan dos resinas básicas (monómeros) justo al entrar en el molde, lo que provoca una reacción química a baja temperatura, gracias a la cual se forma el polímero. Este proceso no requiere que el material plástico se caliente antes del moldeo.

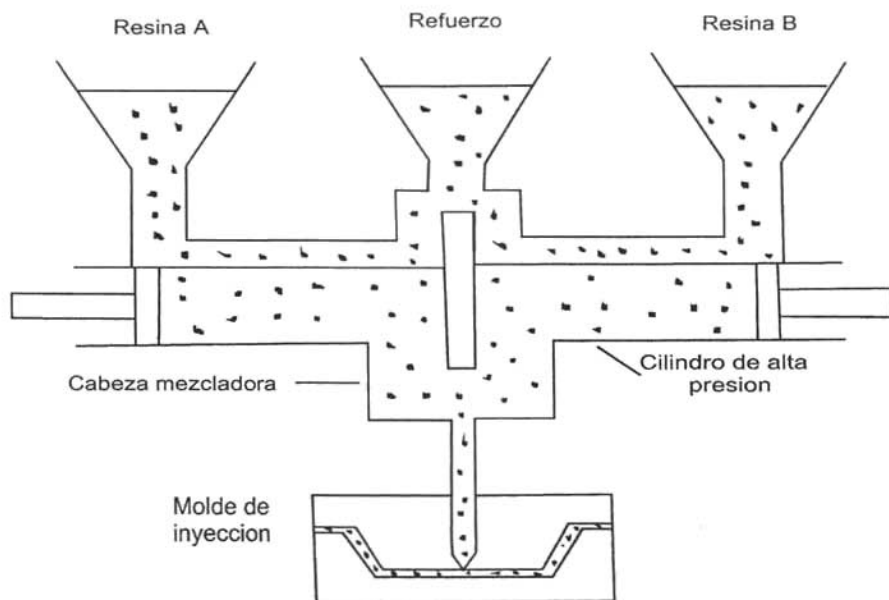


Figura 7.- Moldeo por inyección de reacción.

Ciertos plásticos y elastómeros pueden mezclarse para que produzcan enlaces cruzados o polimerización en el momento de la inyección sin necesidad de calor.

El moldeo por transferencia: es similar al moldeo de compresión, pero el plástico no se funde en el molde, se precalienta en una cámara superior y se hace que entre el molde por medio de otro émbolo, también se utiliza para plásticos termofraguantes.

El moldeo por compresión: es un método común de moldear plásticos termoendurecibles puesto que la mayoría de ellos no pueden ser inyectados en un molde. Se coloca plástico granulado en un molde y se comprime con un émbolo que tiene la forma requerida hasta que el objeto se moldea. Es en este momento cuando se saca del molde con un perno de expulsión.

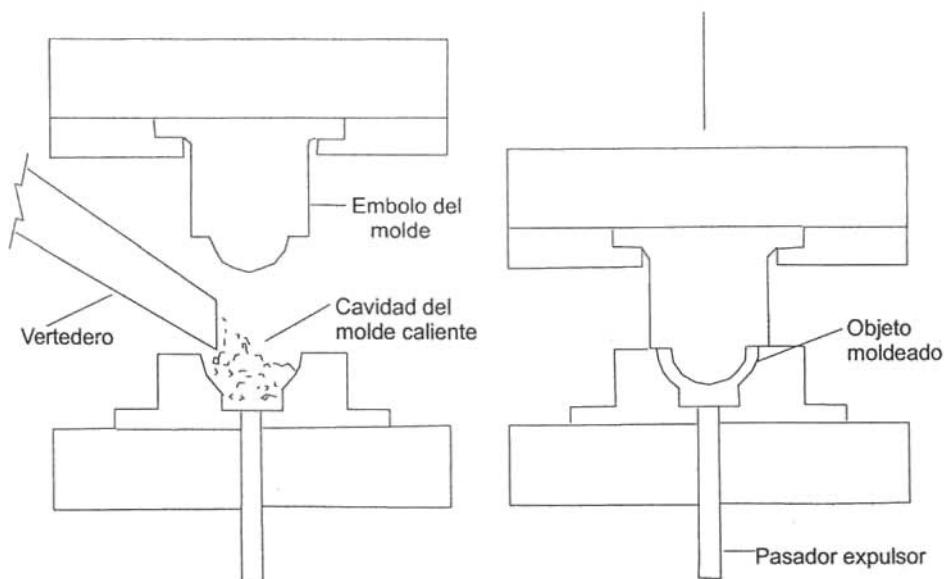


Figura 8.- Moldeo por compresión.

Es un moldeo caliente se coloca plástico granulado (izquierda) y se comprime (derecha) hasta que se forma el objeto. Luego se saca con un pasador expulsor.⁹

La colada: es otro método para moldear polímeros. No es posible hacer a los plásticos suficientemente fluidos por medio de calor, como se hace con los metales. Un polímero o un monómero líquido o uno disuelto en el otro, se vierte en un molde. La solidificación se logra mediante la terminación de la polimerización o en el enlace crudo de resinas de polímeros. Este proceso se utiliza en la fabricación de prótesis dentales y formas artísticas.

El moldeo por insuflación de aire comprimido: este método se parece, al método de la industria del vidrio y se emplea en fabricar botellas y otros recipientes. Un moldeo externo en dos piezas se cierra alrededor de un tubo de plástico calentado de pared gruesa, el cual se expande para ajustarse a la configuración del molde. Luego se abre el molde se saca la botella y el ciclo continúa.

⁹ (John Neely y Richard Kibbe, Modern Materials and Manufacturing Processes, derechos reservados 1987, John Wiley & Sons, inc.)

El devanado de filamentos: es un proceso en el cual un cordón continuo de fibras se impregna de resina y se estira sobre el husillo giratorio de forma requerida, la cual gira hacia delante y hacia atrás, con lo cual se crean unas capas diagonales para su mayor resistencia. Este método se utiliza para la fabricación de tanques resistentes al impacto y otros productos cilíndricos.

Extrusión: en plásticos es un proceso igual al utilizado en los metales, se calienta un plástico granulado y se hace pasar a través de un troquel por medio de un tornillo.

Extrusión por estirado: es un método para dar forma a un compuesto estirándolo a través de un troquel en lugar de empujarlo. Una esterilla de fibra continua y larga no puede ser obligada a pasar por un troquel, sin embargo puede ser halada con facilidad. De este método es posible moldear piezas reforzadas, esbeltas y largas.

El embutido: se utilizan filamentos de polímeros para producir fibras de materiales para telas artificiales tales como el dacrón (marca registrada), el nylon y el rayón. Este proceso es una forma de extrusión en la cual el polímero líquido se fuerza a pasar a través de una filera, una placa metálica que contiene muchos hoyos. El rayón se obtiene a partir de acetato de celulosa en una solución de acetona, los filamentos se secan en una cámara caliente y el solvente se expulsa. Sin embargo, el nylon y el dacrón puede licuarse fácilmente por un calentamiento como para forzarlos a través de la filera.

Para la obtención de plásticos con una forma determinada se pueden utilizar métodos variados y algunos simples con aplicación de calor, lo cual los hace los materiales más fáciles de moldear y manipular su acabado.

II.4.4 PLÁSTICOS TERMOENDURECIBLES.

Los plásticos de este grupo pueden ser moldeados o forzados sólo cuando se calientan; de allí el prefijo termo. Una vez que se moldean mediante el proceso de calentamiento y se endurecen mediante el enfriamiento, estos materiales no pueden ser fundidos, calentados y moldeados nuevamente. Un calentamiento adicional por encima del que son capaces de soportar según su diseño los destruirá al romper los enlaces cruzados en la cadena de polímeros. Algunos tipos de plásticos termoendurecibles no requieren calor para endurecer sino que sus enlaces cruzados se establecen combinando líquidos con una proporción definida. Algunos ejemplos son epoxis, silicón, poliuretano y poliéster.

Los termoendurecibles son más duros y más quebradizos que los termoplásticos y han de combinarse con aditivos y agentes de refuerzo para impartirles las propiedades mecánicas necesarias. Estos plásticos en general deben calentarse a una cierta temperatura para que las moléculas formen enlaces cruzados, una vez que secan, son químicamente insolubles y no recuperan su estado original mediante recalentamiento.

Los plásticos termoendurecibles no pueden ser recalentados para reciclar, solo se pueden llegar a combinarse con otro compuesto para obtener un aglutinante, estos tienen la característica de ser más duros, pero también frágiles, por esto se recomienda combinarse para obtener mejores propiedades.

II.4.5 PLÁSTICOS ALÍLICOS.

Producidos a partir de un alcohol, los alílicos son transparentes resistentes a las raspaduras y se les utiliza para la fabricación de prismas, lentes y vidrios para ventanas. Resisten a la mayoría de los solventes tales como bencina, gasolina y acetona. Estos materiales son muy resistentes aunque bastante caros.

Estos plásticos son muy útiles para la vida diaria por su resistencia, ya que es muy alta, estas características los hace unos de los materiales más caros, pero muy resistentes.

II.4.6 PLÁSTICOS AMÍNICOS.

Estos plásticos ureicos de formaldehído se producen haciendo reaccionar urea con formaldehído en la presencia de un catalizador y mezclándolos con una sustancia de relleno. Su uso principal es como adhesivos para pegar muebles, madera contrachapada y núcleos de arena de fundición. Estos materiales se usan principalmente en la fabricación de melaminas (melamina formaldehído), las cuales son similares pero más complejas que las ureas y resisten mejor los ataques de ácidos y álcalis, al igual son resistentes al impacto, al calor y al agua, lo que se hace útiles para pegar madera contrachapada para usos exteriores. Las melaminas se utilizan para fabricar muebles de comedor, superficies de muebles resistentes a las ralladuras y piezas eléctricas.

Los amínicos son una mezcla de formaldehídos con relleno, el cual forma una sustancia que se puede usar como adhesivo para muebles y triplay. El cual si también se mezcla con melaminas que pueden ser más resistentes al calor y al agua y con estas cualidades se pueden utilizar para uso externo.

II.4.7 EPOXIS.

Algunos epoxis se vierten a presión atmosférica para encapsular piezas electrónicas, los cuales se llaman compuestos encapsulados. Al igual que otros plásticos termoendurecibles, la mayoría de las aplicaciones requieren sustancias de relleno y agentes de refuerzo para adquirir las propiedades mecánicas requeridas. Los epoxis tienen una mejor resistencia al calor y a los productos químicos que los demás plásticos, por esta razón se utiliza como compuestos en la construcción de aviones. Cuando se dañan, se aplica un remedio y se seca por medio de calor con una estirilla o manta de reparación o con una corriente de aire caliente. Los epoxis a menudo se aplican a mano con mantas de fibra de vidrio o mediante devanados de filamentos. Los epoxis y vidrio también se utilizan mucho en la fabricación de tableros de circuitos electrónicos.

Es uno de los plásticos con mayor resistencia al calor, lo cual los hace que se empleen en construcciones de aeronaves, si se llegará a dañar se puede resanar, la cual puede secar con una corriente de aire caliente.

II.4.8 PLÁSTICOS FENÓLICOS.

Los plásticos fenólicos-formaldehídicos, tales como la baquelita. Hoy en día la mayoría de los plásticos fenólicos con refuerzo de fibra de vidrio que se utilizan en la fabricación de componentes eléctricos tiene un índice de temperatura de 115°C . Se ha creado un nuevo plástico fenólico sin refuerzo de vidrio que soporta temperaturas que van de 260 a 371°C en aplicaciones de soldadura. Los laminados fenólicos se componen de lona, papel o lino como refuerzos del plástico y se moldean a presión. A menudo se utiliza harina de madera como relleno.

II.5 POLIÉSTERES.

Los poliésteres estos se producen por la reacción de un alcohol y un ácido. Existen dos tipos de poliésteres: saturado e insaturados. Los saturados se producen en forma de película y fibras conocidos como Dacrón y Mylar (marcas registradas). Los insaturados se utilizan en el moldeo y fundición de piezas automotrices y en la construcción de botes, tanques, paneles de construcción y carrocerías de automóviles con adición de fibra de vidrio.

II.6 SILICONES.

Estos polímeros semiorgánicos consisten en cadenas de átomos alternados de silicio y oxígeno, modificadas por varios grupos orgánicos enlazados con los átomos de silicio. Los plásticos de silicón incluyen elastómeros, adhesivos, compuestos de encapsular y aceites. Una aplicación del silicón es el hule vulcanizado a temperatura ambiente, el cual se utiliza en la industria eléctrica para encapsular componentes, los silicones también se utilizan como selladores y calafateadores puesto que no pierden su consistencia gomosa ni se agrietan con el envejecimiento y poseen buenas características adhesivas. Los silicones son muy útiles tanto para la industria como en el hogar, puede encapsular componentes eléctricos y al igual sirve para sellar casi cualquier superficie ya sea en interiores tanto como exteriores.

II.7 TERMOPLÁSTICOS

Los termoplásticos en general son menos quebradizos y más flexibles que los termoendurecibles, por eso las piezas pueden ser diseñadas con componentes insertados a presión y "goznes activos" que pueden flexionarse miles de veces sin romperse. Los termoplásticos pueden ser unidos por medio de soldadura ultrasónica o adhesivos.

Los termoplásticos nos son más baratos que los antes mencionados ya que debido que tiene una gran producción y no es necesario la eliminación de rebaba por que son fabricados en moldes por inyección, como son muy elásticos se pueden utilizar en componentes que son trabajados a presión sin llegar a una fractura y si llegara el caso se pueden soldar con ayuda de adhesivos ó soldadura, lo cual es una buena ventaja para su manejo.

II.7.1 ACRONITRILLO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

Este copolímero se compone de monómeros de plástico de estireno y caucho sintéticos de acronitrilo y butadieno. Variando la cantidad de los últimos componentes es posible fabricar una amplia variedad de materiales con propiedades muy variadas. El estireno acronitrilo (SAN) es un copolímero de estireno que tiene una mejor resistencia química y una mayor resistencia que el poliestireno. Su alta resistencia al impacto y su costo moderado permite que le ABS se utilice en la fabricación de parrillas automotrices, cascos de seguridad, equipajes y piezas de mobiliario. Puede combinarse con cloruro de polivinilo (PVC) para hacerlo resistente al fuego.

Este material gracias a que es una mezcla de materiales diferentes y a sus propiedades, se puede obtener un material muy resistente y también es un material con un bajo costo, se puede fabricar cascos de seguridad y para parrillas automotrices. Así como se puede combinar con PVC gracias a estas propiedades se puede conseguir un material resistente al fuego.

II.7.2 PLÁSTICOS ACETÁLICOS.

Estos plásticos son polímeros cristalinos con excelentes características mecánicas tales como una elevada rigidez, una alta resistencia a la tensión, fatiga, impacto y deformación bajo carga; así como una buena estabilidad dimensional. Por esto se clasifican como resinas industriales. Existen dos grupos de plásticos acetálicos: copolímeros y homopolímeros. Un concentrado de fluido de silicón copolímero acetálico imparte una buena resistencia al desgaste donde las piezas de plástico se rozan unas con otras. Las resinas de copolimeración acetálicos con relleno mineral se emplean en la fabricación de juguetes, cierres de cremallera y cajas para cartuchos de video y audio. Las resinas homocopolímeras acetálicas se utilizan para fabricar instalaciones sanitarias, reemplazos para piezas de zinc, latón y otros materiales. El homopolímero acetálico Delrin (marca registrada de DuPont) se utilizan para engranes y otras piezas sometidas a tensiones elevadas, estas resinas resisten a los solventes y a la mayoría de los álcalis, sin embargo debe evitarse al contacto con la mayoría de los ácidos.

Este plástico es muy utilizado en la industria como resinas, por que alcanza propiedades como una resistencia a la tensión, fatiga, impacto y deformación bajo carga y una elevada rigidez, por todas estas propiedades hacen de este material sea aprovechado en la industria, en zonas que no se tengan contacto con ácidos ya que estos los pueden dañar.

II.7.3 PLÁSTICOS CELULÓSICOS

A diferencia de los termoplásticos, los celulósicos no se funden, tienden a deformarse o fluir en frío cuando se someten a carga. Existen cinco grupos básicos: nitrato de celulosa, acetato, butirato, propianato y etil celulosa. Los plásticos de celulosa se transforman en hojas delgadas y se venden con el nombre de *celofán*. Los de tipo etílico son resistentes al impacto y se utilizan para productos que pueden dejarse caer accidentalmente, tales como linternas eléctricas y juguetes.

Estos plásticos se tienden a deformarse y a fluir en frío cuando se someten a una determinada carga y este material puede llegar hacer más tenaces que los otros plásticos, su nombre con que se puede conseguir es el de celofán.

II.8 POLIAMIDAS.

El nylon es el nombre genérico dado por DuPont a una gran variedad de poliamidas. La mayoría de los nylon son semicristalinos y comparten las propiedades de tenacidad, baja fricción, resistencia al impacto y la fatiga y pasividad frente a los hidrocarburos aromáticos, los tipos de nylon más comunes son el tipo 6, el tipo 6/6, tipo 11, el tipo 12. los tipos son los más utilizados y más caros, sin embargo el tipo 6/10 es más flexible y absorbe poca humedad y por eso es utilizable en válvulas mezcladoras de lavadoras y aplicaciones similares por que no se dilata o cambia de dimensiones como algunos otros plásticos.

Puede reemplazar a los metales en muchas aplicaciones como ruedas de bicicleta, engranes de odómetros y carburadores de podadoras de pasto, los tipos 11 y 12 comúnmente se utilizan en la fabricación de películas y tuberías.

Estos plásticos mejor conocidos como nylon, de acuerdo por su fabricante, son materiales que por su composición pueden obtener propiedades de tenacidad, baja fricción, resistencia al impacto y a la fatiga, por estas condiciones pueden reemplazar a metales en muchas aplicaciones en engranes y tuberías.

II.8.1 RESINAS DE POLICARBONATO.

Las propiedades de las resinas de policarbonato son similares a las poliamidas (nylon), y ambas pueden utilizarse en las mismas aplicaciones, se caracteriza por su alta rigidez combinada con una resistencia al impacto, por esto se utiliza en la fabricación de botellas irrompibles y como sustituto del vidrio para ventanas.

El policarbonato de General Electric conocido como Lexan (marca registrada) un material vítreo que se fabrica como recubrimiento superficial especial que resiste los efectos dañinos de la luz ultravioleta. Los policarbonatos se utilizan para lentes, gafas y cascos de seguridad y otras aplicaciones en las que se requiere un material ópticamente transparente. Su resistencia a los ácidos diluidos es buena, pero es afectado por los hidrocarburos aromáticos y los álcalis.

Los nylon, nombre dado por su fabricante y las resinas de policarbonato, tienen propiedades como: tenacidad, resistencia al impacto, fatiga y una baja fricción, el nylon tiene una pequeña desventaja: se impregna de humedad. Por ello se creó un tipo de nylon que absorbe poca humedad, el cual se utiliza para válvulas mezcladoras de lavadoras ya que no se dilata con el contacto con el agua. Si se llega a reforzar con vidrio puede llegar a hacer muy fuerte al grado que puede reemplazar a los metales en algunas aplicaciones como en ruedas de bicicletas. La resina por su gran resistencia se utiliza para la fabricación de botellas, lentes y como sustituto de vidrio para ventanas.

II.8.2 POLIETILENO.

Las resinas de polietileno tienen buena resistencia a los productos químicos, a baja temperatura, bajo coeficiente de fricción, buena resistencia dieléctrica y flexibilidad. El polietileno de baja densidad es flexible y de transparente a traslucido. Su aplicación es su fabricación de botellas comprimibles, empaques para comida, empaques blandos y charolas para cubos de hielo. El polietileno de alta densidad, es más rígido y más opaco y se utiliza para tuberías, botellas rígidas para detergente, aislamiento para cables, botes de basura y trastos. Estas resinas cuentan con características con las cuales se pueden fabricar botellas y empaques para comida, como el polietileno tiene alta densidad y rígido se puede utilizar para tuberías, aislamiento de cables, botes de basura, etc. Este tiene una característica muy importante en los plásticos; este se puede reciclar.

II.8.3 CLORURO DE POLIVINILO

El más común de los polímeros de vinilo es el cloruro de polivinilo (PVC). Los tipos básicos son dos: flexible y rígido. El tipo flexible se utiliza en los casos en que se requiere un plástico resistente y flexible. Este plástico se utiliza en la fabricación de mangueras para jardín, pisos, empaques, tapetes y juguetes. A menudo se utiliza como reemplazo del caucho. Los compuestos de PVC rígidos se usan mucho en tubos y accesorios de plomería, canalones, recubrimientos exteriores para construcción y otros materiales.

II.9 ALEACIONES.

Las aleaciones son mezclas de dos o más polímeros termoplásticos que poseen propiedades intermedias entre las de cada polímeros. Por ejemplo, el ABS y el PVC rígido se combinan para producir un material más rígido autoextinguible, resistente al fuego, con una temperatura de distorsión más alta, la cual es normal para el PVC rígido. Se han creado miles de estas mezclas para cumplir con requisitos específicos en la fabricación de automóviles y aviones, así como en la fabricación de la construcción y productos de consumo.

II.9.1 ADITIVOS

II.9.1.1 REFUERZOS.

En la industria de los plásticos, el termino compuestos se utiliza para los materiales reforzados. Los cinco clasificaciones generales del los materiales compuestos son: los laminados, las fibras, las escamas, los de partículas sueltas y los rellenos. Los laminados se componen de capas pegadas de diferentes materiales. Las fibras pueden ser largas, como en el proceso de devanado de filamentos o cortas. Para efectos decorativos se emplean escamas, como de aluminio o cobre. Un compuesto relleno es una estructura abierta a la manera de una esponja con una resina líquida introducida en ella por medio de presión o vacío y luego polimerizada, las resinas termoplásticas como las termoendurecibles se refuerzan con varias fibras para incrementar su resistencia y otras propiedades.

Las resinas termoendurecibles reforzadas contienen materiales fibrosos, por lo general fibras de vidrio en forma de esterillas, telas o fibras picadas. Los plásticos laminados son hojas de material casi siempre impregnadas con una resina termoendurecible, pegadas a presión y al vacío. Las principales resinas usadas en los productos laminados son las fenólicas, el poliéster, las epóxicas y las de silicón.

La mayoría de los termoplásticos pueden ser reforzados con fibras de vidrio o fibras especiales como cerámica, boro o carbón. La resistencia de cualquier resina termoplástica puede ser duplicada agregando fibra de vidrio; sin embargo existen efectos indeseables en su uso, entre ello se encuentra el incremento en la opacidad, aparición ocasional de las fibras en la superficie y cierta dificultad para recibir un revestimiento galvánico.

Estos tipos de plásticos reforzados, son una clase de plásticos que son fabricados por pequeñas laminas, escamas y rellenos entre otros. Los cuales tienen un papel esencial en las propiedades y su resistencia; pueden variar de fibra de vidrio, cerámica, boro o carbón, las cuales pueden alterar sus características que pueden llegar a duplicar su resistencia pero con efectos que no se desean en el material.

II.9.2 ANTIOXIDANTES.

Estos materiales imparten resistencia a la luz ultravioleta a resinas tales como poliestireno, polietileno, polipropileno y ABS. También hacen que se conserve su fluidez cuando se funden lo cual facilita el moldeo.

II.9.3 RELLENOS.

Los rellenos utilizados en resinas reducen el costo de los productos de plástico, disminuyen el peso de las piezas e incrementan las propiedades físicas tales como su resistencia a la tensión y compresión. Los rellenos orgánicos más comunes son harina de madera, cáscaras de nuez molidas, corteza de pacana, cáscaras de arroz y celulosa. En ocasiones se utilizan microesferas de vidrio y cerámica, aunque son más caras que los rellenos orgánicos o minerales.

II.9.4 AGENTES DE EXPANSIÓN.

Estos se llaman plásticos espumados. Una resina plástica como el poliestireno se transforma en espuma cuando se inyecta un gas inerte, como el nitrógeno, al plástico fundido al mismo tiempo que se le obliga a entrar en el molde. Ello crea burbujas diminutas y donde el material esta en contacto con la pared del molde se forma una capa lisa. Esto produce un interior poroso emparedado entre una capa continua. Además del nitrógeno existen muchos otros agentes de expansión, los vasos desechables para café se espuman en un molde a partir de cordones expansibles de poliestireno. Las espumas plásticas pueden ser rígidas o flexibles según el tipo de plástico y la formulación.

II.10 ACABADOS

Los plásticos pueden fabricarse con acabados atractivos para su venta o para hacerlos resistentes al desgaste, a las ralladuras o al ataque químico. Los plásticos pueden ser cromados, metalizados y esmaltados. La texturización en el molde produce superficies mal formadas o hundidas en diseños geométricos tales como tejido de canasta, piedra o piel. Estos a menudo ayudan a ocultar las imperfecciones de fabricación tales como líneas de flujo, agujeros pequeños, marcas de colado y otras imperfecciones con lo que produce el rechazo de las piezas.

Estas clasificaciones de los plásticos nos dan un amplio panorama de los materiales y su importancia, los rellenos hacen más resistente a la tensión y a la compresión al plástico, los agentes de expansión su relación entre el peso y su resistencia es muy elevada, gracias a que en su interior poroso y por consiguiente pueden ser flexibles o rígidas según su aplicación. Los acabados pueden dar al material mayor atractivo para su venta, además que estos pueden ocultar las imperfecciones de fabricación.

II.10.1 MAQUINABILIDAD DE LOS PLÁSTICOS.

Cuando se maquinan termoplásticos y otros materiales de baja conductividad térmica a altas velocidades, la inadecuada distribución de calor puede dar como resultado la fusión de la pieza trabajada a una ruptura o desgaste excesivo de la herramienta. Sin embargo, muchos termoplásticos como el nylon y los acrílicos poseen buenas cualidades de maquinado cuando se utilizan las herramientas y los fluidos de corte adecuados. Las brocas de plástico deben contar con un ángulo entre los lados de 60 a 90 grados y una inclinación sobre la horizontal igual a cero. Las brocas especiales para plásticos se fabrican con estrías largas pulidas, algunos tipos tienen puntas de carburo.

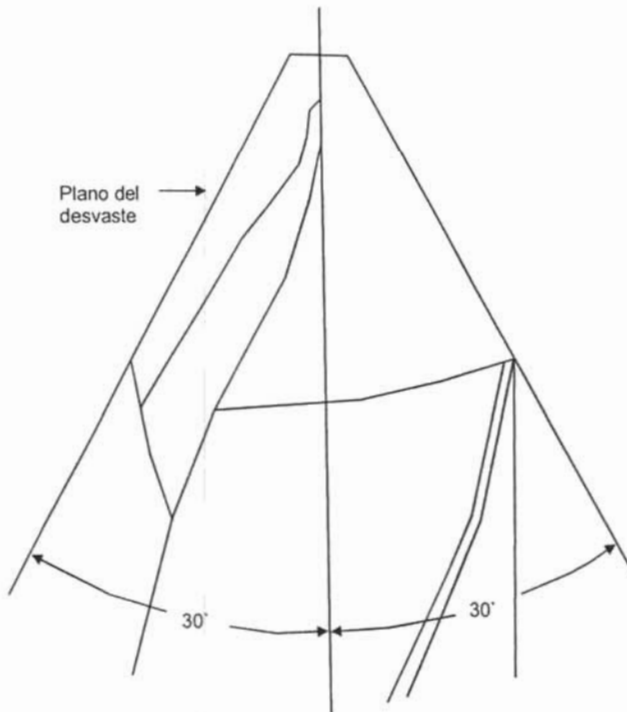


Figura9.- La broca que se utiliza con la mayoría de los plásticos tales como los acrílicos, las fibras y el hule duro, debe afilarse como se muestra en la figura. El ángulo de inclinación se esmerila a cero.¹⁰

¹⁰ Machine Tools and Machining Practices

Las herramientas para plásticos varían considerablemente según su resistencia al calor, a la abrasión y los ángulos requeridos de inclinación y de salida de corte. En algunos materiales como los acrílicos, las herramientas de corte tienden a morder y dañar la superficie cuando se utiliza una inclinación positiva, por lo tanto en estos casos se requiere una inclinación cero. Para el maquinado de los plásticos se utilizad todo tipo de herramientas de alta velocidad con punta de diamante, cerámica y carburo.

Estas herramientas siempre deben estar bien afiladas, el uso de herramientas con punta de diamante, en muchos casos, incrementa la producción de 10 a 50 veces en comparación con el uso de carburos en el maquinado de materiales no metálicos. Para roscar en no metales pueden utilizarse dados o machos estándar, pero deben estar bien afilados.

El roscado, el rectificado, el fresado y otras operaciones de maquinado en plásticos se realizan en seco o con refrigerantes, como por ejemplo: un chorro de aire, aceite soluble, una solución jabonosa o agua simple.

En los plásticos y en los diferentes termoplásticos, cuando se maquinan a altas velocidades, la distribución de calor hacen que los plásticos se fundan, así como la ruptura del material y la herramienta, al igual que el desgaste de la herramienta de trabajo. Las herramientas tienden a variar según las características del plástico a trabajar, las cuales deben tener resistencia al calor, a la abrasión, así como los ángulos de inclinación y de salida del corte. Para el maquinado se utiliza todo tipo de herramienta de alta velocidad con punta de diamante, ya sea cerámica o de carburo. El roscado, el rectificado, el fresado, etc. Se pueden realizar en seco o con refrigerantes, como aceite soluble, agua o un chorro de aire.

En materiales plásticos también se realiza el maquinado ultrasónico. Con este método, los machos u otras herramientas se insertan en la pieza para darle la forma deseada con poco esfuerzo de maquinado.

Características de maquinado de los plásticos y elastómeros						
Material	Ángulo de punta del taladro (grados)	Herramienta cortante	Ángulo de inclinación de punta sencilla (grados)	Velocidad de corte	Tasa de alimentación (por revolución)	Refrigerante / lubricante necesario
Nylon	118	Alta velocidad	0-5 positivo	250-500	0.002-0.005	Seco o aceite soluble
Hule	118	Alta velocidad	0-duro positivo	200-100	0.010-0.005	Seco o agua
Fenólicos	118	Carburo	10-15	700-900	0.003-0.006	Seco o agua
Vinílicos	60	Alta velocidad	0	250-500	0.003-0.005	Seco o agua
Acrílicos	60	Alta velocidad	0-3 negativo	200-500	0.002-0.006	Seco o agua
Teflón	90	Alta velocidad	0	200-500	0.004-0.006	Seco, aire o agua
Epóxico	60	Alta velocidad o carburos	0-3 negativo	300-700	0.004-0.006	Seco, aire o agua
Acetales	118	Alta velocidad	0	700-850	0.002-0.005	Seco o aceite soluble

Fuente. Machine Tools and Machining Practices, 1977

El maquinado por medio de láser se utiliza para cortar y maquinar cualquier tipo de plástico, sobre todo los compuestos altamente abrasivos. Su aplicación principal ha sido el recorte de figuras en hojas plásticas y para perforar agujeros. Si bien los acabados pueden quedar lisos cuando se utilizan velocidades de corte altas a menudo los bordes quedan toscos, no obstante debido a la ausencia de contacto con herramientas durante el maquinado con láser, los termoplásticos, los plásticos termoendurecibles y los compuestos pueden maquinarse a altas velocidades sin cuartearse, agrietarse y sin degradación mecánica de los bordes.

II.11 UNIÓN DE LOS PLÁSTICOS

Los plásticos a menudo se unen mediante adhesivos, los cuales pueden ser del tipo correcto para cada variedad de plásticos. Los plásticos también pueden unirse con calor (el sellado de las bolsas), la soldadura de los termoplásticos por medio de aire caliente se hace de manera similar a la soldadura por medio de soplete de los metales. Se utiliza una pistola de aire caliente comprimido y en la junta se funde una varilla de aporte. También se emplea la soldadura ultrasónica para pegar piezas termoplásticas, las juntas a tope, biseladas y de corte se pegan con vibraciones de alta frecuencia que provocan que el material se funda entre las superficies de las juntas.

La ventaja que tienen los plásticos es que se pueden unir con adhesivos dependiendo el tipo de plástico a unir, también se puede llegar a unir con aplicación de calor, que se utilice para el sello de bolsas de plástico, en el cual se puede utilizar una pistola de aire caliente comprimido y en la junta se unen con una varilla de aporte como sucede igual que los metales con soldadura.

II.12 ENSAYOS

Muchas de las mismas pruebas que se utilizan en los metales se usan también en los plásticos, tales como la resistencia a la tensión, la de dureza y la de resistencia al impacto. La prueba Izod-Charpy se usa para este último ensayo. Otros ensayos son el de resistividad eléctrica, (resistencia dieléctrica), el flujo en frío, las temperaturas de reblandecimiento (resistencia al calor), la maleabilidad, el cambio de calor y dimensional con envejecimiento, la resistencia al agua, ácidos, álcalis y a solventes, la gravedad específica y la prueba de cohesión.

Debido a que los plásticos son utilizados en diferentes tipos de aplicaciones, como en los aviones por ejemplo se tiene que efectuar varias pruebas del material, con el cual se determina si el material es recomendable para su aplicación, al igual que los metales son sometidos a varias pruebas como pueden ser de dureza, ductilidad, resistencia. Por esto es muy importante que se someta a un variado número de pruebas para la aprobación de su aplicación.

II.13 CAUCHO

El látex de caucho natural es una sustancia gomosa y pegajosa que tiene poca utilidad en su estado natural; puede alargarse, pero no recupera su forma original debido a su escasa elasticidad. Las moléculas de cadena larga simplemente se alargan, el caucho natural se obtiene a partir de un fluido lechoso y espeso (látex) que emana de ciertas plantas. El caucho natural debe ser fragmentado, amasándolo o masticándolo entre rodillos calientes y vulcanizado. Charles Goodyear descubrió el proceso de vulcanizado en caliente en 1893. Él combinó látex natural con azufre y calentó la mezcla hasta el punto de fusión del azufre. El resultado fue el polímero de enlace cruzado de gran elasticidad y poca plasticidad que conoce como caucho sintético.

II.13.1 ELASTÓMEROS

Los caucho y elastómeros pueden ser naturales o sintéticos. El termino *elastómero* en general ha sido aceptado como un material de alta resiliencia y extensibilidad. Estos incluyen los cauchos sintéticos como el neopreno y los plásticos gomosos. Con la excepción de los cauchos duros, todos estos materiales poseen la propiedad de alta deformabilidad y elasticidad. Algunos productos pueden alargarse hasta un 100% sin romperse y recobrar su forma original, a diferencia de los metales, el hule no cede cuando se somete a esfuerzos elevados, en cambio se vuelve rígido al incrementarse el esfuerzo.

II.13.2 ADITIVOS.

El caucho puede hacerse duro (como la ebonita). Blando, pegajoso o resistente a los oxidantes mediante el uso de ciertos aditivos. Se agregan aceleradores para incrementar la velocidad del proceso de vulcanizado. El primer caucho sintético fue creado a principios de los años 30 para sustituir al caucho natural. Primero se derivó del gas acetileno y era una molécula de cadena larga llamada policloropreno, mejor conocido como neopreno. El gas acetileno provenía del carburo de calcio, pero en la actualidad la mayor cantidad de este gas proviene del metano destilado del petróleo. El caucho natural es un poco más elástico que el neopreno, pero tiende a deteriorarse cuando se expone a la luz del sol (luz ultravioleta) y se dilata cuando se pone en contacto con el aceite de petróleo. El neopreno tiene una mayor resistencia a todos estos factores, sin embargo en la actualidad el caucho natural y otros elastómeros son tratados con aditivos químicos tales como antioxidantes, plastificantes y estabilizadores para superar estas dificultades.

El caucho natural químicamente puro es el polisopreno, un hidrocarburo cuya fórmula es C_5H_8 . se han creado muchos hules sintéticos, la mayoría de los cuales provienen de destilados de petróleo (petroquímicos) tales como acetileno, butadieno, isopreno y cloropreno.

El caucho es un material muy útil, la sociedad moderna no podría prescindir de productos tales como llantas de automóviles, amortiguadores para máquinas, bandas impulsoras, recubrimientos para alambres, juntas y empaques. El hule duro (ebonita) se ha utilizado por muchos años como material plástico industrial, productos tales como cajas de batería y peines se hacen de ebonita.

II.14 ACRÍLICOS.

Los acrílicos son polímeros no cristalinos conocidos por su transparencia y cualidades transmisoras de luz. Los acrílicos se utilizan para fabricar joyería y artículos novedosos, y en la actualidad son utilizados para prótesis médicas.

El Lucite y el Plexiglas (marcas registradas) son acrílicos que se elaboran en forma de hojas, tubos y varillas. Los acrílicos no son muy resistentes al impacto y a las ralladuras y se ablandan a más de 200°F (93.3°C).

Los acrílicos tienen muchas características las cuales hacen que se empleen en prótesis y órtesis médicas, ya que es muy ligero y resistente, tiene una vida muy productiva, así como su fácil maquinado y alta resistencia al maquinado, resistencia química, esto hace que sea un material óptimo en la fabricación de prótesis y otros artículos.

II.14.1 CARACTERÍSTICAS

El acrílico posee las siguientes características principales

Resistencia a la intemperie

Aislante térmico

Apariencia agradable

Brillo

Transparencia

Facilidad para el termo formado

Producción en cualquier tono de color

Maleabilidad

Calidez al tacto

Liviano

Fácil de pegar

Estabilidad del color

Reciclable

Inastillable

Fácil limpieza y desinfección

No transmite color ni sabor

Mejor conductor de la luz

Flexibilidad

Memoria elástica

Alta resistencia mecánica

Dureza superficial

Buen difusor de la luz

Baja absorción de agua

Resistencia química

Resistencia a la polución y a la lluvia ácida

No produce gases tóxicos de combustión

Baja velocidad de combustión

Resistencia al rayado
 Filtra los rayos ultravioleta
 Aislante eléctrico
 Larga vida útil

**COMPUESTOS MULTIPOLIMÉRICOS A BASE DE ACRÍLICO POLÍMERO XT®
 PROPIEADES FÍSICAS**

PROPIEADES	Método ASTM	Compuesto polimérico XT 2000	Compuesto Polimérico XT 250	Compuesto Polimérico XT 375	Compuesto Polimérico XTX800RG	Compuesto Polimérico XTX800RH
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS						
Transmisión lumínica, %	D-1003	92	88	86	86	86
Opacidad, %	D-1003	2.5	2.5	3.0	3.0	3.5
Índice Reflectivo	D-542	1.515	1.515	1.515	1.515	1.515
CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS						
factor de fluidez, g/10min a 230°C y 5.0 kg	D-1238	4.0	3.5	2.1	14.0	10.0
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS						
Resistencia a la tracción Mpa (psi)	D-638	61.4 (9,800)	55.2 (8,000)	48.3 (7000)	43.4 (6,300)	38 (5,500)
Módulo de Elasticidad GPa (Mpsi)	D-638	3.4 (0.50)	3.0 (3.43)	2.6 (0.37)	3.0 (0.43)	2.0 (0.30)
Elongación al punto de fluencia, %	D-638	3.0	3.6	3.6	3.6	3.5
Elongación al punto de rotura, %	D-638	11.0	15	28	5.6	8.3
Resistencia a la flexión, MPa (psi)	D-790	89.6 (13,000)	89.6 (13,000)	75.8 (11,000)	66.9 (9,700)	62 (9,000)
Módulo de flexión GPa(Mpsi)	D-790	2.8 (0.40)	2.8 (0.40)	2.4 (0.35)	2.2 (0.32)	2.0 (0.29)
Resistencia al impacto con entalla J/m (pie-libra/pulg a 23°C, a 0°C	D-256 D-256	42.7 (0.8) 37 (0.7)	64.0 (1.2) 48 (0.9)	107.0 (2.0) 85 (1.6)	101.0 (1.9) 64 (1.2)	133 (2.5) 27.0 (1.5)
Resistencia a la compresión Mpa (psi)	D-695	69.6 (10,100)	79.3 (11,500)	65.5 (9,500)	79.3 (11,500)	55.8 (8,100)
Dureza Rockwell	D-785	M60	M56	M45	M22	L65
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS						
Temperatura de deformación bajo carga °C (°F) a 264 psi recocido	D-648	83 (181)	87 (189)	86 (186)	86 (186)	82 (1809)
Punto de reblandecimiento Vicat, °C(°F)	D-1525	94 (201)	101 (214)	103 (217)	94 (201)	98 (208)
Densidad relativa	D-792	1.12	1.11	1.11	1.11	1.11
Absorción de agua, % máx.	D-570	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30
Encogimiento de molde mm/mm; pulg/pulg	D-551	0.004- 0.007	0.004- 0.007	0.004- 0.007	0.004- 0.007	0.004- 0.007
Coefficiente de expansión lineal mm/mm/°C, 0 a 100°C pulg/pulg/°F, 32 a 212°F	D-696	0.0000123 (0.000068)	0.0000792 (0.00004)	0.00009 (0.00005)	0.000086 (0.000048)	0.000082 (0.000046)
Inflamabilidad		UL 94 HB	UL 94 HB	UL 94 HB	UL 94 HB	-

COMPUESTOS MULTIPOLIMÉRICOS A BASE DE ACRÍLICO POLIMÉRICO XT®
Condiciones de Procesamiento

CONDICIÓN	Compuesto Polimérico XT 250	Compuesto Polimérico XT 375	Compuesto Polimérico XT X800RG	Compuesto Polimérico XT 2000
Temperatura de secado °C (°F) (3 a 4 h)	82 (180)	82 (180)	82 (180)	82 (180)
Temperatura de la masa fundida °C (°F)	204-246 (400-475)	204-246 (400-475)	218-246 (425-475)	204-246 (400-475)
Temperatura del molde °C (°F)	32-60 (90-140)	32-79 (90-175)	27-66 (80-150)	32-54(90-130)
Presión de inyección Mpa(psi)	69-138 (10,000-20,000)	69-138 (10,000-20,000)	69-138 (10,000-20,000)	69-138 (10,000-20,000)
Presión de cierre	3500 T/m ² (2.5 t/pulg ²) de área proyectada	3500 T/m ² (2.5 t/pulg ²) de área proyectada	3500 T/m ² (2.5 t/pulg ²) de área proyectada	3500 T/m ² (2.5 t/pulg ²) de área proyectada
Velocidad del husillo , rpm, Relación de compresión 2:1	20-100	20-100	20-100	20-100
Velocidad del husillo , rpm, Relación de compresión 3.5:1	20-70	20-70	20-70	20-70
Velocidad de inyección, mm/s; pulg/s Puntos de inyección Pequeños y Grandes	13-38 (0.5-1.5) 25-100 (1-4)	13-38 (0.5-1.5) 25-100 (1-4)	13-38 (0.5-1.5) 25-100 (1-4)	13-38 (0.5-1.5) 25-100 (1-4)
Contra presión Mpa (psi)	0-0.7 (0-100)	0-0.7 (0-100)	0-0.7 (0-100)	0 -0.7 (0-100)

III. INSTITUCIONES DE APLICACIÓN DEL PRODUCTO DE ESTUDIO

Las diversas instituciones encargadas de proporcionar información, rehabilitación, terapias, instrumentos, prótesis y órtesis, son:

APAC

DIF

VIDA INDEPENDIENTE

CRIT

HOSPITAL SHRINERS

IMSS

Entre otras.

Las actividades que se realizan en las instituciones, se clasifican de acuerdo al tipo de lesión y al grado de esta, en algunos de los casos es necesario que se fabriquen diferentes prótesis y órtesis, dependiendo la necesidad del paciente, para que suplan las partes afectadas de los individuos lesionados.

III.1 APAC

En APAC se especializan en atender a personas con parálisis cerebral (PC), estas personas se caracterizan por que ya nacen con esta enfermedad, y por lo tanto esta institución lo que busca es que las personas se adapten de tal modo que se puedan valer por si mismas, se les enseña a fabricar manualidades, a cocinar, a diferentes oficios como: carpintería, repostería, entre otros. Al igual estos requieren de terapias con sus padres, yoga, acondicionamiento, cursos de primaria, secundaria y preparatoria.

III.2 DIF

Otra institución encargada de brindar servicios a personas con lesiones graves que necesitan de prótesis y órtesis es el DIF, en él se otorgan diferentes servicios los cuales dan apoyo para personas con discapacidad (prótesis, órtesis, silla de ruedas, andaderas, muletas, bastones, auxiliares auditivos y otros).

Antes de ser observados y establecer una terapia, los lesionados deben ser canalizados por la gubernatura presidencial del DIFEM, DIF municipal, por los diferentes voluntariados o ser solicitante de la población abierta de cualquiera de los 124 municipios de la entidad, ser de escasos recursos económicos. Contar con evaluación médica y prescripción por parte de la institución. No ser derechohabiente de alguna institución o servicio social (IMSS, ISSSTE, ISSEMYM).

Todos los gastos de las prótesis o las órtesis son variables, dependiendo de la valoración medica y del tipo de aparato o ayuda funcional, esto se lleva a cabo por participación tripartita y/o bipartita (DIF municipal, DIFEM e interesado).

Se les da una prótesis u órtesis, inmediata si se cuenta con la ayuda funcional cuando se requiere de algún aparato, una vez realizada la petición, en un promedio de 3 meses.

Esto consiste en brindar apoyo para la obtención de ayudas funcionales o auxiliares auditivos con una participación tripartita o bipartita según sea el caso. Donde interviene el DIFEM, DIF municipal y el interesado para cubrir el costo total.

Es necesario contar con la aportación de cada uno de los participantes en su totalidad para llevar a cabo el trámite necesario. Dependencia, centro de rehabilitación y educación especial, trámites y servicios de apoyo para personas con discapacidad (prótesis, órtesis, silla de ruedas, andaderas, muletas, bastones, auxiliares auditivos y otros).

III.3 DIRECCIÓN DE ATENCIÓN A LA DISCAPACIDAD

El sistema para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado de México (DIFEM), brinda servicios de atención a personas con discapacidad desde el año de 1975, con la creación del centro de rehabilitación y educación especial de Toluca (CREE) de forma tripartita con DIF Nacional, DIF Estado de México y los ahora servicios educativos integrados del estado de México de la secretaría de educación, cultura y bienestar social.

El objetivo de la dirección es planear, organizar, coordinar y controlar los programas orientados a la atención de las personas con discapacidad y su incorporación al desarrollo, a fin de garantizar el pleno respeto y ejercicio de los derechos humanos, políticos y sociales, así como contribuir al bienestar y mejoramiento de su calidad de vida y lograr una cultura de integración social basada en el respeto y la dignidad.

El DIF cuenta con programas como: prevención de la discapacidad rehabilitación y reintegración de las personas con discapacidad.

Las personas con capacidades diferentes son un sector altamente vulnerable, en virtud de sus propias limitaciones y por la marginación impuesta por la sociedad.

El compromiso del DIF Estado de México es procurarles condiciones para que tengan una vida digna mediante la integración educativa y laboral, con trato humano, sensible a las necesidades de cada persona. Para tal efecto, el DIFEM emprende diversas acciones que incluyen la prevención de la discapacidad, la rehabilitación y la reincorporación a su entorno social y familiar.

III.4 LAS PRINCIPALES CAUSAS DE DISCAPACIDAD SON:

Los accidentes dentro y fuera del hogar, parálisis cerebral infantil, defectos al nacimiento, secuelas de enfermedades.

En materia de rehabilitación se han logrado avances, ya que se incrementó la cobertura, con lo cual, el DIFEM cuenta con la red más amplia en este rubro, ya que cuenta con el mayor número de centros y unidades de rehabilitación.

Así mismo, fomenta la participación de los sectores público y privado, en el proceso de integración laboral de las personas con capacidades diferentes, acorde con sus aptitudes y la capacitación recibida. También ofrece espacios para la cultura, recreación y deporte, para las personas con capacidades diferentes. Lo cual es muy importante para que las personas se sientan motivadas en su rehabilitación.

Prevención de la Discapacidad

Promover e instrumentar acciones de información y orientación a población en general encaminadas a la prevención de las discapacidades, a través de la vigilancia permanente de los factores de riesgo que la originan, con el propósito de abatir la incidencia y prevalencia de las discapacidades en el estado de México.

Promover en coordinación con el DIF Municipal, la creación del programa de rehabilitación basada en la comunidad, en aquellos municipios que no cuenten con unidades o centros de rehabilitación, para contribuir a la extensión de la cobertura de servicios de rehabilitación de primer nivel en el estado de México, promoviendo acciones de prevención e integración social de las personas con discapacidad, en su propia comunidad.

El DIFEM capacita a los promotores, los cuales trabajan en las comunidades del municipio al que pertenece y en las casas de las personas con capacidades diferentes, brindando atención personalizada según las necesidades de rehabilitación, trabajo, recreación, deporte, educación, donaciones y gestiones diversas. Dichos promotores preferentemente deberán cumplir con un perfil académico en el área de salud, así como se encargarán de levantar un registro de personas con alguna discapacidad. Identificando canalizando y proporcionando atención, según evaluación médica a través de programas simples de rehabilitación.

Coordinar las actividades encaminadas a promover la integración social de las personas con discapacidad en el ejercicio pleno de sus derechos y para alcanzar la equidad e igualdad de oportunidades con respeto a la salud, educación, capacitación, empleo, cultura, recreación e infraestructura, así como establecer una cultura de respeto.

Se desarrollan procesos orientados a la incorporación y reincorporación laboral de personas con discapacidad, a través de la vinculación con el sector público y privado, a través de la integración a centros de trabajo, proyectos productivos, talleres familiares, así como a través del fomento al autoempleo.

Finalmente, además de la prevención, la rehabilitación y la integración social, el DIFEM promueve en coordinación con la secretaría de transporte el programa de emplacamiento para vehículos manejados por personas con discapacidad, así como calcomanías para vehículos en donde se trasladan personas con discapacidad.

El sistema DIF municipal elabora un directorio de personas con capacidades diferentes y promueve su incorporación a los centros de capacitación para el trabajo industrial, escuelas de artes y oficios del instituto de capacitación y adiestramiento para el trabajo industrial (ICATI) y escuelas técnicas (CONALEP), que existan en el municipio.

III.5 DISCAPACITADOS

Son quienes enfrentan una discapacidad física o mental y sus familias requieren de una atención integral. Por ello, el DIFEM lleva a cabo acciones para promover la prevención, la detección oportuna, la rehabilitación y la reintegración social de las personas con capacidades diferentes, además de difundir la cultura del respeto en todos los ámbitos. Se cuenta con 26 modulo PREVIDIF distintos municipios para informar a la población sobre acciones, hábitos y costumbres que puedan prevenir la discapacidad.

El DIFEM capacita a los promotores del programa realizado para la comunidad, quienes trabajan proporcionando atención personalizada, según las necesidades de rehabilitación, trabajo, recreación, deporte, educación, donaciones y gestiones diversas. detectan casos de discapacidad y canalizan a las personas a servicios especializados.

El programa de rehabilitación a personas con discapacidad tiene una amplia cobertura. el estado de México, con 48 centros y unidades de rehabilitación, cuenta con la red más grande de servicios en este rubro entre las entidades del país. El programa de integración social del discapacitado promueve la incorporación de las personas con capacidades diferentes a los sistemas educativos regular y/o especial.

En este mismo sentido, para favorecer la incorporación a actividades productivas, el DIFEM promueve la integración a centros de capacitación para el trabajo industrial, escuelas de artes y oficios, así como a escuelas técnicas. El programa respeta mi espacio, difunde la cultura del respeto y el apego a la normatividad establecida para propiciar que en los lugares públicos, en instituciones educativas, en la infraestructura urbana, se cuente con los accesos adecuados y espacios propios para el libre tránsito de las personas con alguna discapacidad.

Finalmente, además de la prevención, la rehabilitación y la integración laboral, el DIFEM promueve actividades recreativas y deportivas que permiten a las personas con capacidades diferentes tener un mayor desarrollo e integración a la sociedad. Todas estas practicas son realizadas a cargo de personas especializadas, los cuales se encargan de atender al paciente en forma individual para su rehabilitación.

Los artículos que se fabrican en esta institución son: sillas, soportes, órtesis, etc. Estos se fabrican en un taller de artes y oficios ubicado en el interior del edificio, el cual esta un poco limitado de herramientas y por lo mismo se requiere de materiales que no se pueden conseguir en el país como materiales compuestos.

En el DIF y el IMSS también cuentan con su propio taller, en donde se logra fabricar un sin número de prótesis y de órtesis, las cuales se pueden hacer por producción si se trata de una prótesis fácil de fabricar y muy barata. Esto depende también del tipo que se necesite sea el mismo para diferentes personas, esto es un poco frecuente dado las circunstancias y necesidades del paciente, no solo se fabrican prótesis en producción, si no también se trabaja en prótesis de todo tipo ya sea para partes amputadas u órtesis para diferentes partes del cuerpo.

Estas prótesis y órtesis se fabrican pensando en que las personas no sientan la perdida de un miembro de su cuerpo, se crea para que este supla el miembro amputado, después de una terapia psicológica adecuada para superar la perdida de un miembro, con la persona lesionada y con sus familiares para que estos le ayuden a superarlo.

Después de que se crea la prótesis se piensa en el funcionamiento de la misma, en los factores que esta necesita para cumplir con su función, posteriormente que la función es cumplida, el siguiente paso es fabricar una prótesis adecuada a cada persona para que esta se sienta cómoda y sobretodo cubra la necesidad estética la cual es más aceptada por el paciente, ya que es más semejante a la extremidad que perdió, y le hace sentir más seguridad en si mismo, actualmente esto en las personas atrae un autoestima muy alto, y lo más importante que la persona no sienta tanto la ausencia del miembro amputado.

Todo esto conlleva un trabajo muy duro para los especialistas, órtesisistas y prótesisistas, ya que en cada prótesis se requiere de un trabajo riguroso, este requiere de medidas, de moldes, del material adecuado, de pruebas y el acabado. Las órtesis y prótesis se elaboran en el taller de estas instituciones, en el cual se mide y se fabrica el molde ya sea de yeso a este se le coloca talco y un botador para que salga fácil el molde con la ayuda del talco y el botador puede ser una varilla, así como resinas con aserrín para los acabados más delicados de la prótesis, posteriormente se deja reposar, el siguiente paso es elegir el material adecuado para la prótesis u órtesis, por ejemplo: polietileno, polipropileno, etc. El cual puede modificar la prótesis ya sea que esta tenga un acabado muy rígido y por lo consiguiente sea un producto incomodo para el paciente.

III.6 AYUDA DE LAS INSTITUCIONES

PROCESO DE MANUFACTURA

Al seleccionar el material adecuado para el uso en que esta destinada la órtesis ó prótesis; si es de mucho movimiento se utiliza un material flexible, si es de poco movimiento se utiliza un material un poco rígido. Gracias a las técnicas recomendadas por el órtesista del DIF Alberto Musiño (Coordinador del Taller de Órtesis y Prótesis). Las cuales se describen y se siguieron paso a paso para la fabricación de la órtesis, este proceso se desarrollo con técnicas de moldeo a calor para un mejor proceso

Posteriormente de obtener el molde y el material adecuado, se requiere llevar al horno el material para que alcance una estructura maleable, esto es a una temperatura de 90 a 120 °C en el horno, inmediatamente que se alcanzó la temperatura ideal para que el material se pueda moldear, se extrae del horno y se empieza a moldear en el prototipo de acuerdo a una forma adecuada, esta se determina antes del moldeo con el material, después de que la prótesis es moldeada se le da un acabado en los extremos para quitarle los filos, ya acabada se le agregan los demás aditamentos esto es un ejemplo de prótesis de pierna amputada, este molde se fabricó con la medida de toda la pierna hasta la rodilla, de la rodilla para abajo se utilizan materiales resistentes como aluminio y hasta *cold rolled* dependiendo del peso del individuo, el acabado del pie es un poco rudimentario, este se elabora de un material resistente y ligero, y en ocasiones se fabrica la prótesis completa, cuando se fabrica la prótesis de pierna no se toma en cuenta el pie; el fin de ésta es de suplir la pierna y no así el pie.

El ejemplo anterior fue el de una pierna amputada, en el caso de las órtesis se toma el molde; se selecciona el material a usar este tiene que ser maleable y ligero, se coloca en el horno a una temperatura de 90 a 120 °C, se moldea acorde al modelo, se deja reposar y se le da un acabado quitando los filos de los extremos y se prueba, si no es adecuada se le hacen modificaciones de acuerdo a las necesidades del paciente.

Los pequeños problemas que enfrentan las fundaciones es que en algunos casos no se obtienen los materiales adecuados para la fabricación de los aparatos necesarios y adecuados en la rehabilitación de los lesionados. Debido a que en algunos casos es necesario materiales aleados y especiales como el titanio y las fibras de carbón y de vidrio, el costo es demasiado alto para las personas que las requieren. Las instituciones realizan un estudio socioeconómico y como el estudio es la mayoría de las veces muy bajo, y debido a esto es muy complicado la obtención de los materiales, mi propuesta es el uso de acetato de acrílico por ser muy barato y ligero. El uso de los acrílicos tienen muchos beneficios los cuales hacen que se empleen en prótesis médicas, por las siguientes características: es muy ligero, resistente, tiene una vida muy productiva, resistencia química; esto hace que sea un material óptimo en la fabricación de órtesis y otros artículos.

REHABILITACIÓN

La rehabilitación es un gran paso y una medida que su fin es: la obtención o reanimar la confianza del paciente con un plan de trabajo previamente determinado por personas calificadas, las cuales establecen objetivos para el bienestar del paciente. Los especialistas que más tienen influencia en los avances de las personas con rehabilitación son en mi punto de vista los siguientes.

-Paciente: miembro clave del equipo para el cuidado de la salud, que participa estableciendo objetivos, aprendiendo y trabajando en su programa individual de rehabilitación, de modo que por último pueda controlar su propia vida.

-Médico: establece el diagnóstico de tal forma que el tratamiento pueda dirigirse a objetivos realistas; prepara un programa del paciente y dirige al grupo.

-Fisiatra: Médico especialista en medicina física y de rehabilitación .

Estudia la función física del paciente

Establece los objetivos de la función

Supervisa el programa de rehabilitación.

-Terapeuta físico: fortalece los músculos débiles y evita deformaciones; enseña y supervisa al paciente durante el programa de ejercicios prescritos; enseña nuevas formas de locomoción, transporte y actividades diarias, utiliza agentes y materiales físicos, y ayuda a establecer la función del cuerpo después de enfermedades y lesiones

-Psicólogo: ayuda a que el paciente explore y exprese sentimientos sobre sí mismo, valora la motivación del paciente, los valores y las actitudes hacia su discapacidad; atiende consultas sobre intervenciones conductuales, que facilitarán el regreso del paciente a la sociedad; ayuda a relajar la tensión de los miembros del equipo que participa en el cuidado del paciente; puede trabajar con la familia para ayudarla a afrontar los problemas que han surgido como resultado de la incapacidad del enfermo.

Estos especialistas son muy importantes en los avances de los pacientes por que sin la ayuda de los doctores y los asistentes los logros obtenidos serían muy escasos ya que deben de realizarse al cien por ciento cada terapia.

MATERIALES

Por lo mencionado anteriormente los materiales con los que cuentan las instituciones no cubren todas las necesidades de las prótesis y las órtesis, como en los países que cuentan con un desarrollo tecnológico alto, se pueden obtener materiales como el titanio, las fibras de vidrio y de carbón, aleaciones con aluminio, etc. Estos países las exportan a diferentes partes del mundo, por mencionar algunos, Francia, Alemania, Estados Unidos, etc.

Estas razones conllevan a utilizar materiales polímeros como: silicón, resinas, polipropileno, entre otros, los cuales tienden a ser sencillos, un poco pesados, no cuentan con las características de las prótesis y órtesis de fibras de carbón. Los plásticos son utilizados en la fabricación de instrumentos ligeros.

Una ventaja es que los polímeros sintéticos, se encuentran en la naturaleza. El desarrollo de los polímeros biodegradables tiene el potencial de minimizar el impacto negativo que tiene sobre el ambiente la tremenda cantidad de desperdicio que genera la sociedad.

El acrílico es un material con buenas características mecánicas y es un material accesible y de bajo costo, con esto se busca un material que pueda sustituir a los materiales de un costo elevado, los cuales no cubren con las características del acetato de acrílico.

La propuesta se realizó con el material antes mencionado, lo importante es que se logro alcanzar una órtesis con un terminado adecuado a la forma de la mano del modelo, la órtesis abarca desde la parte medial, distal como región tenar al miembro torácico afectado (parte medial del brazo hasta la parte anterior de la mano derecha) al igual se consiguió una órtesis ligera y resistente como era el objetivo.

El logro alcanzado es el de un material de bajo costo y con características no tan apropiadas para una órtesis, sin embargo el material cubrió todos los aspectos que se buscaron al realizar la órtesis, por lo mencionado anteriormente en el país no es posible conseguir prótesis y órtesis aleadas ya que la mayoría de los pacientes no tienen el recurso necesario para la obtención de materiales adecuados para las mismas. Lo importante es que se logre manufacturar prótesis u órtesis con materiales de bajo costo, de fácil obtención y puedan suplir a los materiales compuestos, estos deben contar con algunas de sus características, para que la prótesis u órtesis sean adecuadas y un poco resistentes como a las aleadas, también depende del uso y el trabajo realizado con estas.

IV. PROCESO DE MANUFACTURA DE LA ÓRTESIS.

IV.1 MATERIALES UTILIZADOS:

En este capítulo se describirá como se realizó este trabajo de órtesis con un proceso detallado en el cual se mencionará cada paso para llegar al diseño final de la órtesis, así como algunas características de los materiales utilizados.

IV.1.1 YESO

IV.1.1.2 CARACTERISTICAS GENERALES

El yeso es un sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), se presenta en cristales tabulares exfoliables en láminas, generalmente incoloros. Tiene una dureza de 2 en la escala de Mohs y una gravedad específica de 2.32. Su color generalmente varía de blanco a blanco grisáceo, sin embargo, puede tener diversas tonalidades de amarillo, rojizo, castaño, azul grisáceo, rosa o amarillo como consecuencia de impurezas; es suave y plástico; a altas temperaturas de calcinación pierde toda el agua.

El yeso es un material con resistencia al fuego, no es abrasivo, tiene baja temperatura de calcinación; funciona como agente oxidante, de acabado en construcción y como removedor de espuma. Mejora la estructura o condiciones físicas del suelo. Es comercializado sobre la base de su necesidad de agua, resistencia, color blanco, tiempo de fraguado, y las cualidades estrechamente controladas de expansión y contracción.

IV.1.1.3 PRINCIPALES USOS DEL YESO.

Construcción: -En productos prefabricados como bases de revestimiento, plafones, lienzos (tablaroca).

Química: -Como agente de secado para gases y químicos. Puede ser convertido en una espuma que se usa en materiales de construcción aislantes del sonido.

Papel: -Como relleno en el papel.

Pinturas: -Como pigmento en papel, algodón y pinturas.

Tratamiento del agua: -Para mejorar la calidad del agua.

Dental: -Piezas vaciadas de estuco para dentistas, elaboración de moldes dentales.

IV.1.2 ACRÍLICOS.

Como se mencionó en las pagina 57, los acrílicos tienen algunas características como:

Resistencia a la intemperie

Facilidad para el termo formado

Maleabilidad

Liviano

Reciclable

Memoria elástica

Resistencia química

Resistencia al rayado

Aislante eléctrico

Larga vida útil.

IV.1.3 GAS BUTANO

El butano comercial es un gas licuado del petróleo, compuesto principalmente por butano normal (60%), propano (9%), isobutano (30%) y etano (1%).

IV.1.4 FOAMY:

Peróxido de dicumilo al 98%

Catalizador de polimerización para estireno y otros monómeros; agente de entre cruzamiento (crosslinking) para hules sintéticos y para algunos polímeros y copolímeros olefinicos tales como el polietileno, copolímero de etilén vinil acetato (EVA), ter polímero de etileno-propileno (EPT o EPDM), también como catalizador a alta temperatura para resinas poliéster no saturadas.

Agente de entrecruzamiento, vulcanizante para hules que requieran alta elasticidad, resistencia mecánica, carácter dieléctrico y alta resistencia a la oxidación. Iniciadores de reacción para la fabricación de poliestireno, acrílico, resinas alquidálicas, emulsiones, etc.

IV.1.5 VELCRO

Tejido que se fabrica entrelazando fibras de lana sin hilar, a veces mezcladas con fibras vegetales o sintéticas. Material sintético compactado, proporciona flexibilidad y resistencia mecánica.

Paño que se caracteriza por no haber sido tejido. Se fabrica conglomerando, mediante el vapor y la presión, varias capas de fibras de lana o pelo de diversos animales, aprovechando la propiedad que tienen de adherirse entre sí. Se puede utilizar para hacer alfombras, paños de billar, sombreros, etc. Se puede encontrar en rollo, placa y piezas suajadas.

IV.1.6 ACERO

Los diferentes tipos de acero se agrupan en cinco clases principales: aceros al carbono, aceros aleados, aceros de baja aleación ultrarresistentes, aceros inoxidables y aceros de herramientas.

Aceros al carbono

Más del 90% de todos los aceros son aceros al carbono. Estos aceros contienen diversas cantidades de carbono y menos del 1,65% de manganeso, el 0,60% de silicio y el 0,60% de cobre. Entre los productos fabricados con aceros al carbono figuran máquinas, carrocerías de automóvil, la mayor parte de las estructuras de construcción de acero, cascos de buques, somieres y horquillas o pasadores para el pelo.

IV.1.7 PORTA LÁPIZ (COMPÁS) :

Instrumento que se usa, preferentemente en la geometría, para trazar curvas, para medir, transportar y marcar distancias. Tiene dos partes móviles y principales, una de las cuales se fija en un punto dado y se traza con la otra la línea que se desea

IV.2 MANUFACTURA DE LA ÓRTESIS.

IV.2.1 PRIMER PASO: (OBTENCIÓN DEL MOLDE)

Se basó en la medida de la mano y la muñeca, esto de acuerdo a la persona a la cual está destinada la órtesis, quien sufre tetraplejía. La persona solo puede levantar el antebrazo, gracias a una leve recuperación de movimiento de la extremidad, no puede mover los dedos, el movimiento es aproximadamente de 90 grados del antebrazo y con un movimiento del miembro de adelante hacia atrás. Se tomaron muestras de su mano y muñeca (parte medial del brazo hasta la parte anterior de la mano derecha) aproximadamente de 29 cm de largo y 15 cm de ancho. El molde se deformaba por la postura de la mano del individuo ya que por su falta de movimiento la postura no era la deseada.

El molde se tomo diferentes veces hasta que se consiguió la posición deseada para realizar la órtesis, para que ésta le ayudará en la postura con que el individuo podría mejorar sus movimientos de acuerdo a su rehabilitación.

Se tomó la mano y parte de la muñeca y se fueron colocando vendas de yeso. Las vendas se colocaron alrededor de estas en formas de capas hasta cubrir la distancia deseada dejando reposar y secar en un periodo de tiempo de 20 minutos. Por lo mencionado este paso se realizó de acuerdo al grosor del molde que se supuso el indicado para este modelo aproximado a 0.25cm.

El grueso de molde se determinó calculando que este no se llegara a fracturar cuando se diera forma con el acetato de acrílico. De acuerdo con la cantidad de las capas de vendas se dejó secar y se observó si el grosor era el necesario o el deseado, y como se presentaba un poco delgado se decidió volver a realizar la cobertura de más capas para su mejor acabado, se utilizó un paquete de vendas de yeso, con esto fue suficiente para obtener el molde, como se muestra en la figura 10.

Ya que el yeso es un material con resistencia al fuego, no es abrasivo, tiene baja temperatura de calcinación se determinó que era un material adecuado para que sirviera de molde. Después de la obtención del molde se dejó reposar durante 24 horas para que su superficie estuviera seca completamente, se observó el molde y se rectificaron los pequeños detalles que no eran adecuados para la realización de la órtesis por ejemplo: la rectificación del dedo pulgar, el cual presentaba pequeñas anomalías en malformaciones de la uña, en él se realizó un pequeño corte en el molde para su mejor acabado.

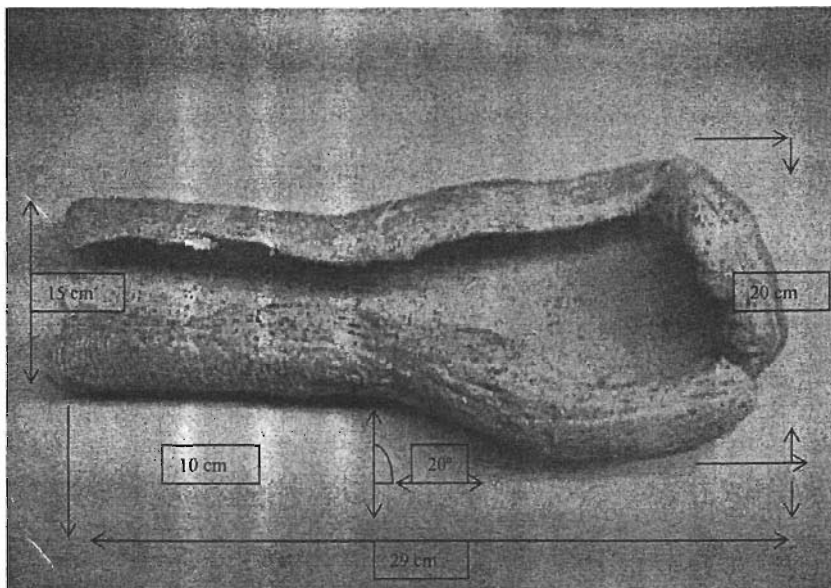


Figura 10.- Molde de yeso obtenido acorde a la muñeca y mano del individuo.

IV.2.2 SEGUNDO PASO: (ACETATO DE ACRÍLICO)

El segundo paso a seguir fue el obtener el acetato de acrílico, este se utiliza en la elaboración de prótesis dentales. La mayoría de las veces este material se puede conseguir en forma líquida, la cual es más difícil de moldear, por esta razón no se puede llegar a un grosor deseado sin los instrumentos adecuados por esta razón no se utilizó el acrílico en forma líquida.

El acrílico en forma de acetato es más fácil de manejar por que ya tiene un grosor definido y no es necesario contar con moldes, como en la inyección de plásticos que estos determinan el grosor gracias a sus métodos avanzados y a los moldes que se requiere. Como los acrílicos son polímeros no cristalinos conocidos por su transparencia y cualidades transmisoras de luz entre otras cualidades que obtiene, a demás que se llega a suavizar a más de 200°F (93.3°C).

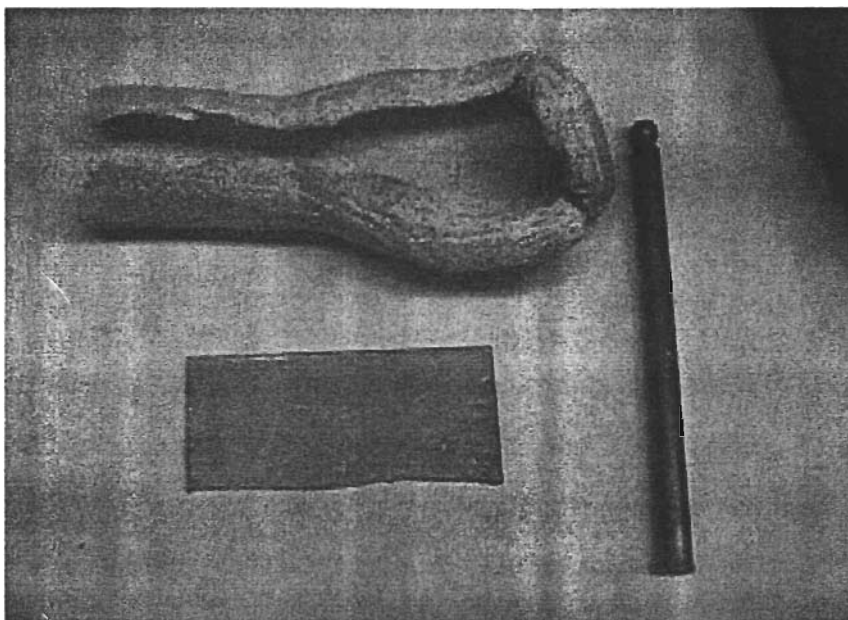


Figura 11 .- Se presenta el acetato de acrílico junto al molde

En seguida se adquirieron tres placas cuadradas de 12 cm de acetato de acrílico, se prosiguió a moldear el mismo, de acuerdo al molde de yeso y al tamaño, se realizaron cortes en los acetatos en diferentes formas aproximadamente de 4cm. que se pudieran amoldar a la forma de los dedos del molde, ya que era un poco complicado dar una medida adecuada a los pequeños cortes del acetato. Finalmente se utilizó 2 ½ placas de Acetato de Acrílico.

IV.2.3 TERCER PASO(DAR FORMA A LA ÓRTESIS) :

Se realizó con los pequeños fragmentos cortados de acetato de acrílico y el molde de yeso, con los cuales se pretendió dar forma a la órtesis de acuerdo a su figura y a sus características.

El proceso de dar forma al acrílico se efectuó con la ayuda de un soplete de gas butano, con el cual se maneja el acrílico más fácilmente que con otro soplete ó instrumento de calor, gracias a las características del yeso de ser un material con resistencia al fuego, no es abrasivo, es un material ideal para que este sirviera de molde. En el soplete se puede graduar la flama, otra de sus características es que el gas butano dura más que otros como la gasolina (soplete de gasolina) y su costo no es muy alto como los demás.

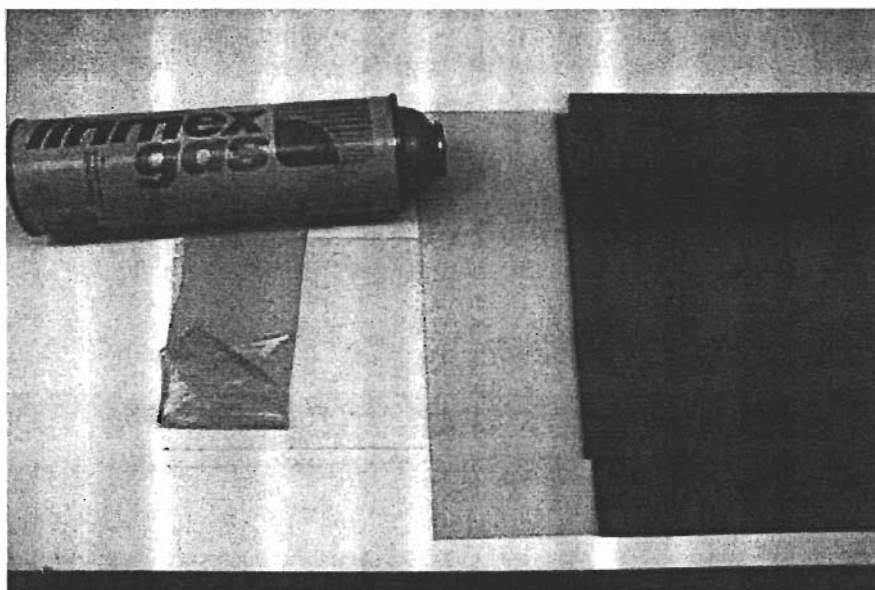


Figura 12.- El soplete de gas butano, acetato de acrílico y forro para la fabricación de la órtesis

Con la ayuda del soplete se pudo graduar la flama para no quemar el acetato de acrílico, con este mismo se consiguió obtener la temperatura (93.3°C) en que el acetato de acrílico se puede moldear sin que se llegará a quemar y por consiguiente a romper sus cadenas, las cuales hacen que el material permanezca unido y sea más resistente como se describió en los capítulos anteriores.

También se determinó la temperatura en que las vendas no se pudieran quemar y dañar el molde y este se tuviera que rehacer, este se determinó en un tiempo de 1 minuto, ya que en un periodo más largo de empezaba a quemar.

Después de tener la temperatura ideal, el siguiente paso fue el dar forma a base de fuego, con los pequeños pedazos de acetato de acrílico sin que la exposición al fuego fuera muy larga, como sabemos una exposición prolongada podría dañar o hasta quemar el acetato de acrílico, lo cual podría echar a perder el proceso.

De acuerdo al tiempo de exposición al fuego del acetato de acrílico, se obtuvo un margen de tiempo en el cual el acrílico adopto una estructura maleable y pudo ser trabajado, cuidando que su exposición al calor no fuera excesiva, si esto se prolongaba más podría alterarse su composición química y física

Estableciendo el tiempo en que el acetato de acrílico se tendría que exponer al fuego, el material adoptaría una forma maleable dentro de este periodo se determino el tiempo en que también se tendría para el manejo del material, el tiempo se tomó de acuerdo de un tiempo de 30 segundos, sobrepasando el tiempo el material se quemaba.

Fijado lo anterior, se realizó el paso de darle profundidad de acuerdo al molde y darle la forma adecuada al mismo, como no era posible que el material llegara hasta el fondo del molde; se determinó que se tendría que exponer más tiempo al calor para que sus propiedades cambiaran y así se llegara al tope del molde.

IV.2.4 CUARTO PASO(TERMINADO ADECUADO):

Este paso fue uno de los más importantes, con este se produjo un terminado adecuado y con una figura más adecuada, después de dejar reposar durante un par de horas, se estableció que era conveniente que se diera más acabado a la órtesis, se prosiguió a dar un retocado con calor a todo el molde y dar forma con la ayuda del mismo y con una varilla de acero con cabeza redonda, la cual ayudo demasiado gracias a su terminado en la punta, con este se dio más profundidad a los canales de los dedos así como a los nudillos.

Este procedimiento se llevo a cabo en cada uno de los dedos, aplicando calor hasta cierto grado en que el material se pudiera manejar y se proseguía a dar un acabado lo más parejo posible que se permitía con la cabeza redonda, como se muestra en la figura.

Después de retocar y exponer más tiempo al calor se dejó reposar y secar en un periodo de 5 horas, para ver su acabado y determinar si era el acabado que se quería tener.

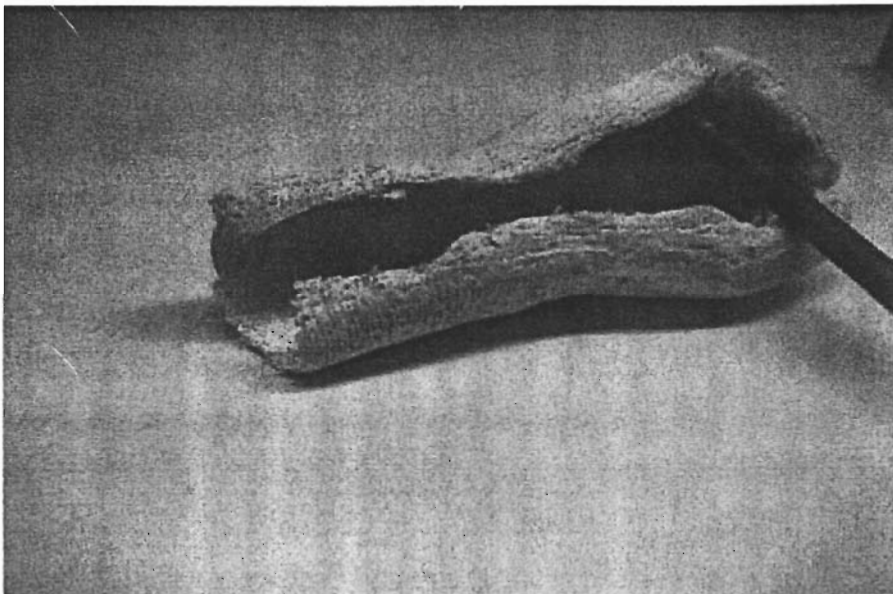


Figura 13 .- Acabado adecuado de la figura de la mano (dedos y nudillos), con una barra de acero

Durante este periodo se pretendía que el molde se agrandara un poco más de su forma original, al dar el acabado de los canales de los dedos y los nudillos, el molde se expuso a una carga de presión y este se expandió. Se observó que la órtesis era un poco pequeña, por lo tanto se modificó el tamaño adaptándolo a la forma necesaria.

Inmediatamente de esta observación se volvió a retocar con la misma varilla para una forma más definida, y sin bordes los cuales lastimarían a la persona que la utilizaría.

Después de perfeccionar los detalles que se producen en la fabricación como son los bordes, se dejó reposar durante 5 horas, después se revisó el acabado y la forma que se consiguió.

Se midió con la persona que se tomo la muestra, se probó y se determinó si la forma era la adecuada y si ajustaba en la mano del individuo.

IV.2.5 QUINTO PASO(MATERIAL DE PROTECCIÓN):

Posteriormente de que se obtuvo la órtesis con la forma adecuada y los acabados necesarios, el siguiente paso era conseguir un material que sirviera de protección tanto como para del individuo, así como un mejor acabado, como se muestra en la figura 14.

El material seleccionado fue copolímero de etilén vinil acetato (EVA) comúnmente llamado foamy el cuál es un hule sintético, ya que es un material que se puede manejar como forro y al ser suave para el individuo. Otra característica del foamy es que es muy ligero y no afecta en el peso de la órtesis. Además que posee una alta elasticidad, resistencia mecánica, carácter dieléctrico y alta resistencia a la oxidación y brindará mayor resistencia a la órtesis por que el acetato de acrílico no es muy resistente al impacto.

Se cortaron pedazos de acuerdo a las dimensiones de la órtesis, se midieron y se determino la forma en que se pegarían, se fijo con pegamento 5000, para que este cubriera las imperfecciones de la órtesis y para un acabado excelente se cubrió toda la órtesis con el forro.

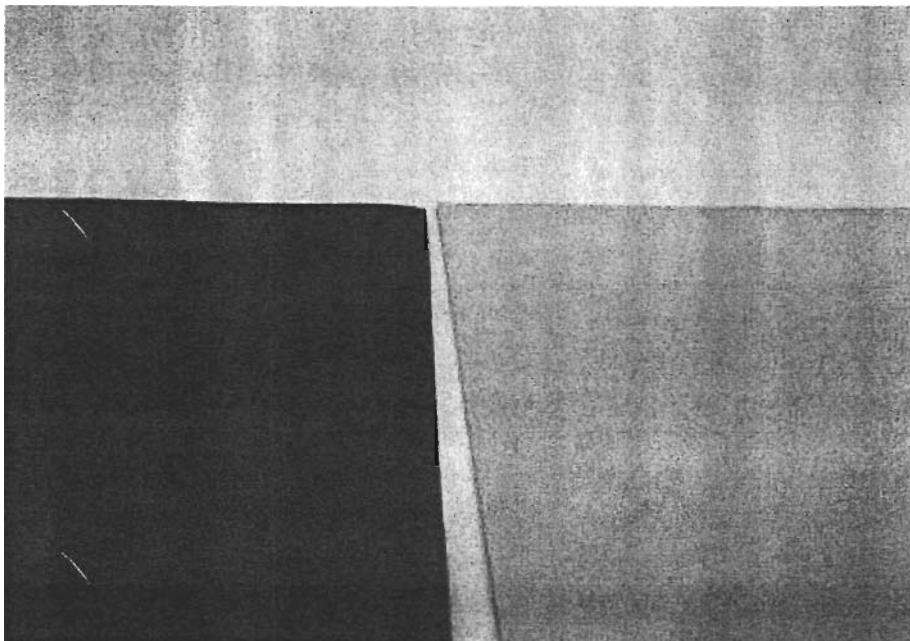


Figura 14. - Forro de la órtesis, para un mejor acabado

IV.2.6 SEXTO PASO(SUJETADOR DEL LÁPIZ):

Se busco un aditamento ideal y fácil de conseguir, para que sujetara el lápiz o la pluma a utilizarse en la órtesis, el cual se extrajo de un compás común.

Este se colocó con el mismo pegamento con lo que se fijó el forro y se le dio una posición en que el lápiz pasara entre el pulgar de la órtesis y el porta lápiz. Después se le dio la inclinación adecuada para que el lápiz quedara en la forma deseada, como se presenta en la figura 15.

Consiguiendo la inclinación se realizó el acabado con el forro, ya que con el mismo no se alcanzaba cubrir toda la superficie por que con el porta lápiz quedaban espacios sin cubrir. Se cortaron pequeñas tiras de forro las cuales se colocaron para que cubrieran las superficies restantes, las cuales eran una parte muy reducida, finalmente se cubrieron los costados de la órtesis para un mejor acabado.

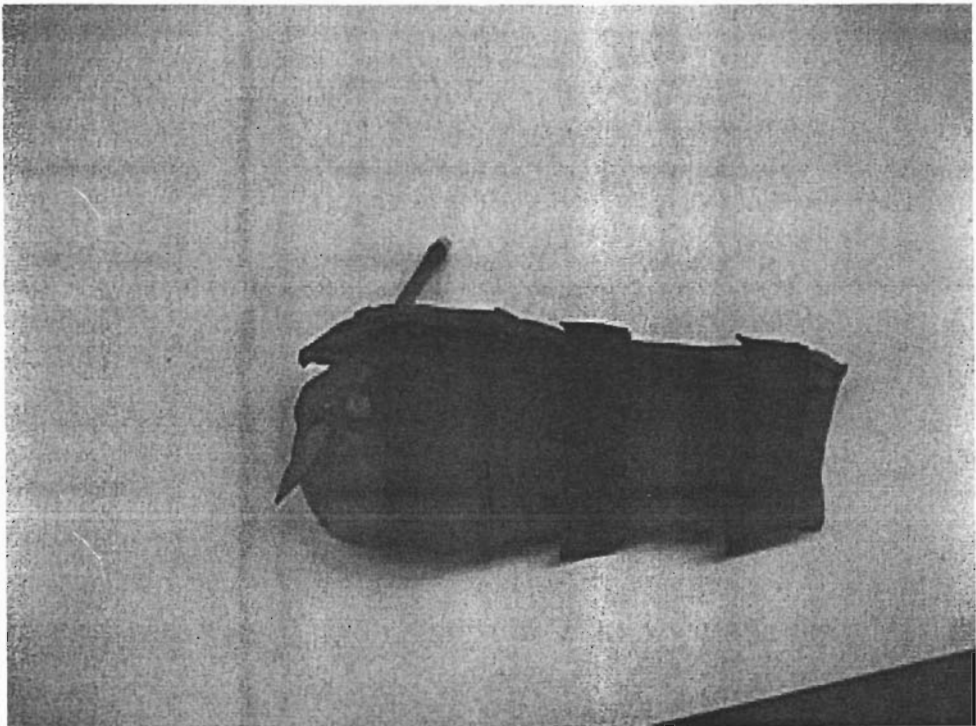


Figura 15.- Colocación del porta lápiz

IV.2.7 SÉPTIMO PASO(ACABADO):

Posteriormente de que se forro la órtesis, se realizó una prueba en el individuo para que se observara el acabado y para probar si se obtuvo una órtesis adecuada de acuerdo a la mano del individuo.

Después de la prueba se realizó la búsqueda de un material que se pudiera colocar en los costados de esta misma, se usó un material llamado velcro, las características de este material son muy importantes debido a que es muy ligero, también se obtiene un material muy resistente. De la misma manera este material sintético es compactado, también proporciona flexibilidad y resistencia mecánica, el material se corto en forma que se pudiera ajustar en la muñeca del individuo para que permaneciera justa y no se obtuviera un juego en la mano del mismo, figura 15.

El paso siguiente después de dar las medidas apropiadas al velcro, se realizó la obtención de unos pequeños broches para que se sujetaran las tiras de velcro en la órtesis y en el mismo velcro, se colocaron a una medida proporcionada para que se consiguiera una distribución adecuada en la órtesis, después de que se observó este punto, se cosieron en el forro para una mejor adherencia en el mismo, por estas razones se pusieron en los dos lados de la órtesis para que se pudieran ajustar en la muñeca del individuo. Más tarde se probó en la mano del individuo y se observó el acabado y se obtuvo un proyecto adecuado para el objetivo que se buscó alcanzar.

El resultado de la órtesis fue lo esperado y se consiguió una elaboración de esta en un periodo corto y sin complicaciones.

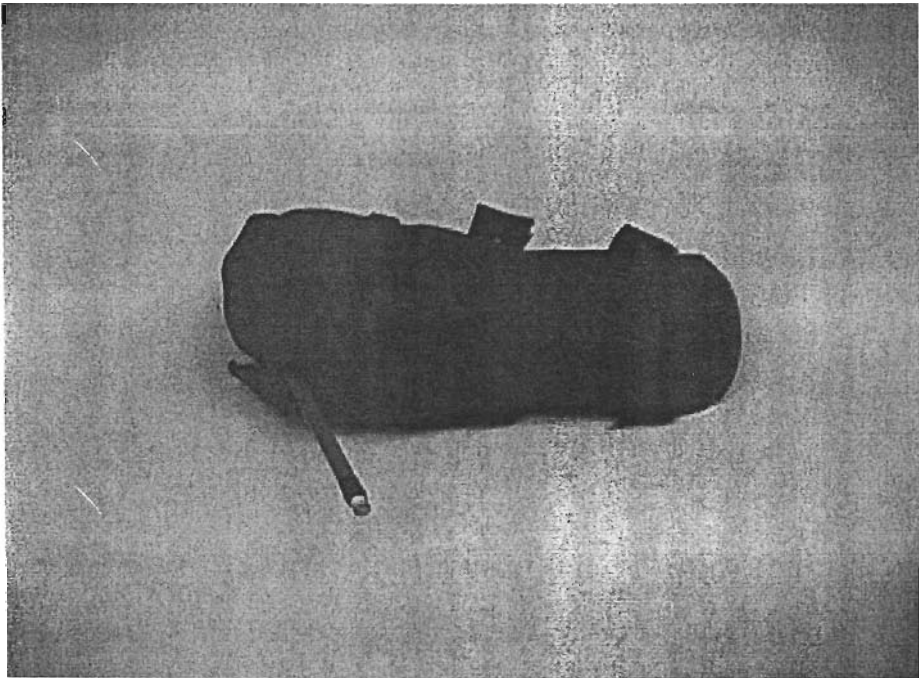


Figura 16 .- Órtesis terminada.

V. COSTOS EN LA MANUFACTURA DE LA ÓRTESIS

En economía los costos de manufactura de cualquier producto; industrial, agrícola, de servicios, es necesario tomar en cuenta insumos y mano de obra, que a continuación se describen:

Insumo: es un bien corrientemente adquirido por las unidades productoras a fin de realizar un proceso productivo.

Mano de obra directa: es el esfuerzo físico que interviene directamente en la transformación de la materia prima para la producción de bienes o servicios.

Con las definiciones anteriores podemos describir los insumos que se utilizaron para la manufactura de la órtesis: yeso, acetato de acrílico, soplete de gas butano, barra de acero, foamy, velcro, cemento 5000, broches, porta lápiz (compás)

V.I COSTOS DE PRODUCCIÓN

El costo de producción está integrado por la suma de los tres elementos del costo; *materia prima directa, mano de obra directa y costos indirectos de producción.*

Materia prima directa: es el elemento del costo que se puede identificar plenamente con la producción de un determinado artículo, es decir, se asocia fácilmente con los productos terminados y representa un costo importante de éstos. Por ejemplo, la madera utilizada para la fabricación de escritorios, el aluminio para los anaqueles, así como el acetato de acrílico para la fabricación de la órtesis presentada.

Mano de obra directa: es el esfuerzo físico que interviene directamente en la transformación de la materia prima para la producción; su costo representa el precio que se paga por la utilización de los recursos humanos en el proceso de transformación. En mi caso el trabajo de transformación de los materiales; acetato de acrílico y el yeso, el tiempo de manufactura fue alrededor de 15 horas, el trabajo de la órtesis es un proceso detallado para la obtención de una órtesis buena.

En los gastos de manufactura de la órtesis se podría determinar algunos elementos de los costos :

Materia prima directa: acetato de acrílico, yeso, forro, etc.

Mano de obra directa: trabajo de transformación de la materias prima directamente en la fabricación de la órtesis.

Costos indirecto de producción: lugar de trabajo, luz, herramientas, entre otras.

V. II GASTOS DE FABRICACIÓN

Se presenta una lista de gastos que la mayoría de las empresas operan un proceso de transformación, clasifican como gastos de fabricación. Los conceptos más comunes de los gastos de fabricación son:

- Material indirecto
- Mano de obra indirecta
- Depreciación de maquinaria y equipo de producción
- Depreciación de planta y edificios destinados al área de producción
- Rentas de espacios relacionados con la producción
- Energía usada en el proceso productivo: agua, luz, gas
- Seguros

V. III CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO DISEÑADO.

En las instituciones las órtesis y las prótesis que se producen son para necesidades diferentes ya sea para estabilizar la columna vertebral, plantillas, entre otras. Esta órtesis tiene características especiales que la definen y diferencian de las otras órtesis, las cuales son: un material fácil de trabajar y de bajo costo, cuenta con materiales comunes como los mencionados. Estas características se consideran importantes y se puede determinar el costo unitario de producción

Costos

Los costos se clasifican conforme al tipo de recursos. El costo que se estimó para producir la órtesis es poco delicado, pero sirve para indicar los recursos y consideraciones de costos necesarios para producir la misma. Antes de fabricar la órtesis, debe tomarse en cuenta otra alternativa, el costo de la órtesis en las instituciones que las realizan así como materiales, esto dependerá el costo de las mismas.

Costo Estimado para Producir una Órtesis de Fibra de Carbón	
Tipo de Recursos	Costos Estimados
Materias Primas	
Fibras de Carbón	1000
Material para Acabado	1350
Activos Fijos	
Maquinaria	500
Edificios	1000
Mano de Obra	500
Total	4350

Fuente: presupuesto aproximado proporcionado por Ortiz Internacional S.A. de C.V.

V. IV ASIGNACIÓN DE COSTOS.

Es obvio que el costo determinado es un poco excesivo. Muchas instituciones no fabrican órtesis de este precio como la que se desarrolló por que generalmente son pacientes de bajos recursos, por lo que se realizan estudios socioeconómicos para determinar su costo.

Costo Estimado por la Órtesis Realizada	
Tipo de Recursos	Costo Estimado
Material Primas y Abastecimientos	
Acrílico	70
Material para Acabado	90
Mano de Obra	300
Total	360

A continuación se presentan los costos de la manufactura de la órtesis de una Institución APAC y la propia

Artes y Oficios de APAC		Proyecto Propio	
Material		Material	
Acrílico ó Polipropileno	250	Acetato de Acrílico	70
Forro	100	Forro	60
Pegamento	50	Velcro	30
Metales	50	Mano de Obra	300
Velcro	150		
Mano de Obra	1000		
Total	1600	Total	460

Fuente: Costos de órtesis proporcionado por APAC , tabla de abajo presupuesto otorgado por Ortiz Internacional S.A. de C.V

Órtesis de Inst. Privada	Artes y Oficios APAC
Material Polipropileno	Material Polipropileno
Total	Total
950	1600

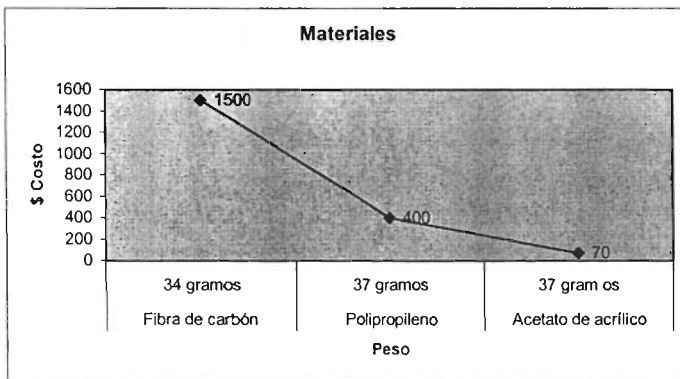
En realidad el terminado de las diferentes órtesis son parecidos, y esto depende de como lo quiera el paciente, estas tienen la misma finalidad que es de brindar ayuda a las personas con este tipo de lesión. El peso de las diferentes órtesis mencionadas es relativamente igual, el peso no es un factor que pueda afectar su

uso, solo el material cambia, ya que en el caso de la fibra de carbón es un material aleado, el polipropileno y el acrílico son plásticos muy parecidos y con características similares.

V.4.- TABLAS DE COMPARACIÓN

A continuación se presentan la tabla de comparación de los materiales utilizados en la fabricación de órtesis.

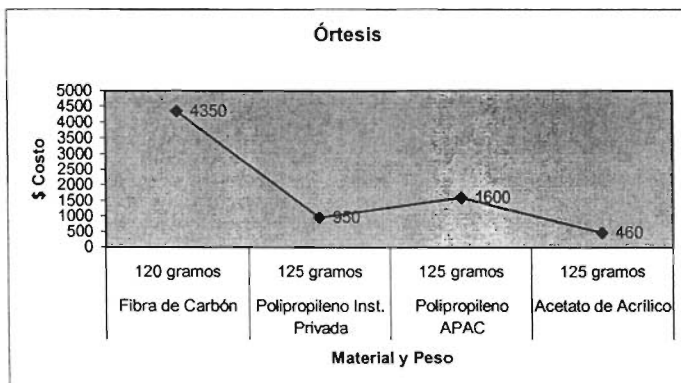
Materiales Utilizados				
Material	Peso (placa de 12 cm)	Características	Costos	Obtención
Fibra de carbón	34 gramos	Material compuesto, Liger, Rígido y Resistente	1500	Material de importación sólo por pedido
Polipropileno	37 gramos	Material polímero Resistente y Liger	400	Material comercial
Acetato de Acrílico	37 gramos	Material polímero ligero, Resistente y Larga Vida Útil	70	Material comercial fácil de obtener



V.5.- TABLAS DE COMPARACIÓN DE DIFERENTES ÓRTESIS

La tabla presenta las diferentes órtesis, las Instituciones que las fabrican, así como las propiedades finales de las mismas.

Órtesis Terminadas			
Material	Peso de la Órtesis	Características	Costos
Fibra de Carbón	120 gramos	Una órtesis adecuada por el peso y por el material, esto depende la función de esta	4350
Polipropileno Inst. privada	125 gramos	Una órtesis adecuada por el peso y por el material	950 (sencilla)
Polipropileno APAC	125 gramos	Una órtesis adecuada por el peso y por el material	1600
Acetato de Acrílico	125 gramos	Una órtesis adecuada el peso es relativamente igual, el material cumple con las expectativas esperadas	460



CONCLUSIONES

En la actualidad las naciones industriales están afrontando nuevos retos, en todo el mundo hay una revolución de grandes alcances por mejoras tecnológicas y retos que esto implica. La capacidad de innovación tecnológica permitirá el desarrollo de la ingeniería. El progreso de materiales, su utilización, el costo, entre otros; esto conlleva a los países de bajos recursos a recurrir a diferentes alternativas de materiales para cumplir con sus necesidades.

La investigación sobre el Acetato de Acrílico repercutió a comprender características apropiadas para elaborar una órtesis; dado que este material es de poco empleo en la industria y la ortopedia, además de la gran necesidad que tienen de ella las personas discapacitadas, se decidió diseñar y manufacturar una órtesis derecha para un adulto que tenga la función de ayudarlo a escribir, realizada de acetato de acrílico. En el procedimiento se observó que el material se amoldaba perfectamente en la figura del molde, su apariencia era ligera y a la vez resistente comparada con las elaboradas de fibra de carbón ó polipropileno.

Si bien cabe aclarar que el acetato de acrílico no tiene buena resistencia al impacto, de ahí que la órtesis este cubierta con el material Peróxido de dicumilo (Fomy) que mejoró su resistencia y acabado.

Finalmente la órtesis se obtuvo con materiales simples con buena apariencia, sin embargo hay que reconocer que el usuario es el que calificará las propiedades de la misma, a través del uso cotidiano. De esta forma, mediante sus propias observaciones se obtendrán mejoras en el diseño y dará lugar a perfeccionar estas innovaciones.

Con los costos que se compararon, se tiene una conclusión muy importante, la órtesis se probó y cumplió con todas las metas pretendidas: bajo costo y fácil obtención, se lograron con un material que cumple con las características necesarias, en comparación de otras aleadas y de un costo muy elevado, las cuales son casi imposibles de conseguir a los pacientes de bajos recursos, finalidad principal que se persiguió en este trabajo.

En su manufactura los costos fueron relativamente bajos, comparados con las realizadas en distintas instituciones, ya que en estas utilizan materiales determinados donde no contemplan el material empleado, se concluyó que el acetato de acrílico cumple con todas las características necesarias en la fabricación de la órtesis, y esto afecta en el precio de las prótesis y órtesis, el porcentaje entre una órtesis y otra es del 65% más elevado de la institución al propio.

El uso de la órtesis pretende que en un periodo definido por un médico y con rehabilitación adecuada, el individuo logre volver a escribir y lo más importante que logre mejorar sus movimientos, que es lo pretendido con la órtesis.

Queda todavía bastante que investigar en este campo, pues la gran diversidad de materiales con propiedades similares a las del acetato de acrílico da lugar a realizar nuevas y mejores propuestas, con el fin de obtener una órtesis con el material propicio, debajo precio y comfortable para personas de bajos recursos con capacidades diferentes y lesiones severas.

Aun con todo lo anterior la rehabilitación en el paciente es insustituible. Por lo tanto las nuevas ideas, innovaciones, atención por parte del equipo de rehabilitación requerida y las instituciones competentes se logrará independencia, productividad e incorporación a la sociedad de México.

BIBLIOGRAFÍA

Barros de Castro Antonio y Francisco Lessa Carlos
“Introducción a la economía un enfoque estructuralista”,
Editorial Siglo Veintiuno, Undécima edición (corregida), mayo de 1973, Pág. 162,
pp. 13-27,43-46

Ch. J. Christenson, R. F. Vancil, P. W. Marshall
“contabilidad de Costos”
2ª edición. Universidad tecnológica de México, colección EJE contabilidad Facs,
Págs. 17-45. segunda edición agosto de 2002. Pág. 308
Economía Administrativa, , C.E.C.S.A, Editorial Continental, primera edición en
español de la primera edición en ingles, Febrero de 1979, Pág., 581, UNAM 64-67

Enciclopedia cumbre

DE GROOT, Jack.
“Neuroanatomía Correlativa”
Escuela de Medicina de la Universidad de California,
Traducción: Dr. Cárdenas Tovar, Vicente J.
Profesor, tiempo completo, UNAM; 1993
Manual Moderno 9º Edición

Henry R. Anderson PH.D, CPA, Mitchell H Raiborn
“Conceptos Básicos de Contabilidad de Costos”
PH.D, CPA, CMA, Professor and Chairman Department of Accounting California
state University, and Professor and Accounting.
Texas Tech University, Editorial Continental, UNITEC, Enero de 1983, tercera
edición, Págs. 802, pp. 34,53-56, 62-64, 77-83, 87,100-102.

James P. Schaffer. Lafayette College
Ashok Saxena. Georgia Institute of Technology
Stephen D. Antolovich. Washington State University
Thomas H. Sanders, Jr. Georgia Institute of Technology
Steven B. Warner. University of Massachusetts, Dartmouth
***“Ciencia y diseño de ingeniería de los materiales, primera edición en español
México 2000”***
Primera Edición, México, 2000
Editorial Continental.

John, E. Neely.
“Metalurgia y Materiales Industriales”
instructor retirado de tecnología de máquinas ,
Lane Community College,
Eugene, Oregon.

James P. Schaffer.
Lafayette College

Ashok Saxena.
Georgia Institute of Technology

Stephen D. Antolovich.
Washington State University

Thomas H. Sanders, Jr.
Georgia Institute of Technology

Steven B. Warner.
University of Massachusetts, Dartmouth
Editorial, Limusa Noriega Editores

“Ciencia y diseño de ingeniería de los materiales”
Primera edición en español México 2000
Editorial, Limusa Noriega Editores

MACIAS Hernández, Elia Ivonne.

“Lesión Medular”
México, tesis de Técnico en Enfermería General, CETIS, SEP.1995

MOSBY

“Diccionario de Medicina”, editorial océano, cuarta edición.

LOPEZ Antunes; Luis.

“Anatomía Funcional del Sistema Nervioso”

México, Escuela Superior de Medicina y Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud. Instituto Politécnico Nacional.,1979 Editorial Limusa

<http://www.apac.org.mx>

<http://www.apac.org.mx/medicosterapistasyeducadores.html>

<http://www.cpam.com.mx>

<http://www.dif.gob.mx>

http://www.discapacidad_presidencia.gob.mx

<http://www.economia.gob.mx/?P=1062>

<http://www.ingenieriabiomedica.com>

http://materiales.eia.edu.co/laboratorios/traccion/modulo_de_resiliencia.htm

http://materiales.eia.edu.co/laboratorios/traccion/modulo_de_resiliencia.htm

<http://www.pycomsa.com.mx/perixidos.htm>

<http://www.scielo.br/scielo.php>

<http://www.uniondeconsumidores.com>

<http://www.vidaindependiente.com.mx>