

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO  
Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

**DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO, PARA  
PERSONAS DISCAPACITADAS CON ESTANCIAS  
PROLONGADAS EN CAMA, DE MULTIPOSICIONES  
POR DECÚBITO Y VERTICAL PARA AYUDAR A  
EVITAR LAS ÚLCERAS POR PRESIÓN, ASÍ COMO  
PROBLEMAS; DIGESTIVOS, ARTICULARES Y  
DEFORMACIONES DE LA COLUMNA VERTEBRAL**

**José Bernardo Torres Valle**

**Tesis para optar por el grado de Maestro en Diseño  
Línea de investigación: Nuevas Tecnologías**

**Miembros del Jurado:**

**Mtro. José Pedro Antonio Puerta Huerta**  
*Director de la tesis*

**Mtro. Roberto Bernal Barrón**  
**Mtro. Antonio Rodríguez Abad Sánchez**  
**Mtro. Enrique García Trinidad**  
**Mtra. Francesca Sasso Yada**

**México D. F.  
Mayo de 2014**

## **Dedicatorias**

### **A mi esposa**

Por tu paciencia y comprensión, por entenderme y apoyarme incondicionalmente en la realización de mis sueños, por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles como un pilar,... como un todo, gracias. Hoy hemos alcanzado un triunfo más porque los dos somos uno y mis logros son tuyos. Por todo lo que eres me has inspirado a ser mejor para ti, gracias por estar siempre conmigo amor.

***Lizbet Rodríguez Mariscal.***

### **A mis hijos**

Gracias por entenderme y prestarme el tiempo que les pertenecía, ustedes han sido fuente de inspiración y superación en mi persona. Quiero dedicar y compartir este logro con ustedes pero anhelo el día cuando ustedes compartan sus logros conmigo, que estoy seguro serán muchos. Los amo hijos.

***Uriel Torres Rodríguez***  
***José Bernardo Torres Rodríguez***

## **Agradecimientos**

### **A Dios**

Gracias Dios por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante en los momentos de debilidad, por acompañarme y guiarme cuando no encuentro la salida,... por estar también siempre conmigo.

### **A mis padres**

Gracias padres por sembrar en mi persona las bases de la educación, trabajo, honradez, dedicación, responsabilidad, humildad. Me da mucho orgullo que sean mis padres. Sin ustedes no sería nadie. Gracias.

**María de Lourdes Valle Estrada**  
**G. Simón Torres Alvarado**

### **A mi director de tesis**

Le agradezco haberme dado la confianza y haber creído en mi para desarrollar el presente trabajo de tesis.

***Mtro. José Pedro Antonio Puerta Huerta***

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación busca, con el apoyo de las **Nuevas Tecnologías**, “ayudar” a evitar o prevenir úlceras por presión (también llamadas escaras), problemas digestivos, articulares y deformaciones de la columna vertebral. Esto derivado de las personas que presentan estancias prolongadas en cama ya sea por algún tipo de discapacidad temporal o permanente.

Las estancias prolongadas en cama para personas que presentan algún tipo de discapacidad motriz, ya sea en hospitales o casas habitación, han generado un serio problema en un sector de la población, ya que la falta de movimientos continuos de posturas por decúbito, así como la verticalización de dichas personas, han favorecido a la aparición de úlceras así como las problemáticas ya mencionadas. Afectando la salud y calidad de vida no sólo de estos, sino también de las personas que están a su cuidado, que en muchas de los casos son sus propios familiares.

Es por ello que en el presente trabajo de tesis “Diseño de un sistema automatizado, para personas discapacitadas con estancias prolongadas en cama, de multiposiciones por decúbito y vertical para ayudar a evitar las úlceras por presión, así como problemas; digestivos, articulares y deformaciones de la columna vertebral” se proyecta un diseño integral, donde se han combinado disciplinas como la ingeniería y el diseño, sin olvidar los conceptos de ergonomía y antropometría en dicho sistema, que permite a los pacientes tener posturas de decúbito y verticalización de sí mismos, de manera automatizada y programada. Considerando determinados tiempos para cada posición, permitiendo con esto que los puntos de presión puedan distribuirse en el cuerpo así como la movilidad y verticalización del mismo, y con ello “ayudar” a evitar dichas problemáticas.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Página</b>
<b>Introducción</b>	.....I
<b>Antecedentes</b>	.....IV
<b>Planteamiento del problema</b>	.....IV
<b>Justificación</b>	.....V
<b>Objetivo General</b>	.....V
<b>Objetivos Específicos</b>	.....VI
<b>Hipótesis General</b>	.....VI
<b>Procedimiento Metodológico</b>	.....VII
<b>Capítulo I. La discapacidad en México</b>	<b>.....1</b>
<b>Introducción</b>	
1.1 Definición y conceptos	.....1
1.2 Definiciones aportadas por la <i>Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM)</i>	.....2
1.3 Tipos de discapacidad	.....4
1.4 Clasificación de las discapacidades	.....6
1.5 Evolución de la población con discapacidad en México; INEGI 2000-2010	.....10
1.5.1 Personas con discapacidad en México (Censo General de Población y Vivienda 2000)	.....10
1.5.2 Personas con discapacidad en México (Censo General de Población y Vivienda 2010)	.....14
<b>Capítulo II. Problemas derivados de la falta de movilidad de personas con estancias prolongadas en cama</b>	<b>.....18</b>
<b>Introducción</b>	
2.1 Síndromes geriátricos	.....18
2.1.1 Historia de la geriatría	.....18
2.1.2 Definición y conceptos	.....19
2.1.3 Síndrome de dismovilidad	.....21
2.2 Úlceras por presión	.....23
2.2.1 Definición y conceptos	.....23

2.2.2 Causas y factores que contribuyen al desarrollo de la úlceras por presión	.....26
2.2.3 Prevención y cuidados	.....28
<b>Capítulo III. Parámetros de diseño: ergonomía y antropometría</b>	<b>.....31</b>
<b>Introducción</b>	
3.1 Conceptos y parámetros de diseño	.....31
3.1.1 Definición y conceptos de diseño	.....31
3.1.2 El diseño industria la ingeniería de diseño y el diseño de producto	.....33
3.1.3 Metodología de diseño	.....33
3.2 Ergonomía	.....35
3.2.1 Definición y conceptos	.....35
3.2.2 Sistema hombre-máquina	.....37
3.2.3 Objetivos de la ergonomía	.....39
3.3 Antropometría	.....40
3.3.1 Definición y conceptos	.....40
3.3.2 Clasificación de la antropometría	.....41
<b>Capítulo IV. Investigación de campo</b>	<b>.....43</b>
<b>Introducción</b>	
4.1 Encuestas de investigación	.....43
4.2 Variables a controlar en el diseño del sistema	.....44
4.2.1 Posiciones por decúbito y verticalización del usuario	.....45
4.2.2 Tiempos programados de forma automatizada para las diferentes posturas del usuario	.....46
4.2.3 Condiciones ergonómicas y antropométricas del usuario	.....50
4.2.4 Materiales y accesorios utilizados que ayuden a evitar las úlceras por presión	.....51
4.2.5 Materiales apropiados que ofrezcan la resistencia o propiedades mecánicas necesarias para evitar posibles deformaciones o rupturas en los componentes del sistema, debido a las cargas que van a existir en él	.....60

<b>Capítulo V. Desarrollo y resultados de la propuesta de diseño</b>	<b>.....62</b>
<b>Introducción</b>	
5.1 Alternativas de solución	.....62
5.2 Evaluación de las propuestas de solución	.....69
5.3 Análisis de esfuerzos por elementos finitos	.....70
5.3.1 Resultados de análisis de esfuerzos de Von Misses	.....75
5.3.2 Desplazamiento generado en el sistema por la carga aplicada	.....77
5.3.3 Factor de seguridad de la propuesta seleccionada de diseño	.....78
5.4 Modelo funcional	.....80
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>.....87</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS</b>	<b>.....93</b>
<b>Libros</b>	<b>.....93</b>
<b>Recursos Electrónicos</b>	<b>.....94</b>
<b>Anexo 1. Primer formato de encuesta para clínicas y hospitales</b>	<b>.....97</b>
<b>Anexo 2. Segunda formato de encuesta para clínicas y hospitales</b>	<b>.....99</b>
<b>Anexo 3. Programa para controlar posiciones por decúbito y verticalización del Sistema Automatizado para Personas con Estancias Prolongadas en Cama, utilizando un microcontrolador Cortex</b>	<b>.....100</b>
<b>CURRICULUM VITAE</b>	<b>.....102</b>

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Zonas sensibles donde aparecen las úlceras por presión	.....III
<b>Capítulo I</b>	
Figura. 2. Consecuencias que puede generar la enfermedad en los individuos	.....3

Figura 3. Distribución porcentual de población según grupos de edad y sexo, 2000	.....11
Figura 4. Porcentaje de población por tipo de discapacidad, 2000	.....12
Figura 5. Distribución porcentual de población según causa de la discapacidad, 2000	.....13
Figura 6. Poblacion con discapacidad y su distribucion porcentual segun sexo	.....14
Figura 7. Distribución porcentual de la población con discapacidad por grandes grupos de edad	.....15
Figura 8. Porcentaje por discapacidad por grandes grupos de edad y sexo	.....16
<b>Capítulo II</b>	
Figura 9. Geriatria	.....20
Figura 10. Úlceras por presión	.....24
Figura 11 Posiciones por decúbito	.....26
<b>Capítulo III</b>	
Figura 12. Representación esquemática del concepto de ergonomía	.....36
Figura 13. Un Sistema P-M está constituido por una o más personas y una o más máquinas interaccionando entre sí, con un objetivo determinado y dentro de un ambiente	.....38
Figura 14. Objetivo de la ergonomía	.....40
<b>Capítulo IV</b>	
Figura 15. Cambio de postura por decúbito	.....45
Figura 16. Controlador Lógico Programable	.....47
Figura 17. Estructura básica de un PLC's	.....47
Figura 18. Lenguajes de programación	.....48
Figura 19. Desarrollo de un proyecto con PLC's	.....49
Figura 20. Dimensiones antropométricas estructurales del paciente	.....51
Figura 21. Cama articulada con colchón antillagas	.....52
Figura 22. Cama articulada con colchón antillagas	.....52
Figura 23 Cama articulada con colchón antillagas	.....53
Figura 24 Cama articulada con colchón medico atiescaras de aire dinámico	.....54
Figura 25 Colchón de espuma antiescaras	.....54
Figura 26. Colchón antillagas de presión alterna con motor y regulador	.....55
Figura 27. Circulación alterna de aire en el sistema	.....55
Figura 28. Colchón medico antiescaras de aire dinámico	.....56



Figura 29. Talonera antiescaras	.....57
Figura 30. Codera antiescaras	.....57
Figura 31. Rodillera antiescaras	.....58
Figura 32. Almohada con agujero para escaras en la oreja	.....58
Figura 33. Almohada de semillas	.....59
Figura 34. Zaleas de borrego	.....60

## **Capítulo V**

Figura 35. Posición por decúbito lateral izquierdo	.....62
Figura 36. Posición por decúbito lateral derecho	.....63
Figura 37. Posición sentada del usuario	.....63
Figura 38. Posición por decúbito lateral izquierdo	.....64
Figura 39. Posición por decúbito lateral derecho	.....64
Figura 40. Posición sentada del usuario	.....65
Figura 41. Trayectoria de inclinación para posiciones por decúbito	.....65
Figura 42. Sección de las superficies en contacto con el usuario	.....66
Figura 43. Primer paso para posición de decúbito lateral derecho	.....67
Figura 44. Segundo paso para posición de decúbito lateral derecho	.....67
Figura 45. Posición por decúbito lateral	.....68
Figura 46. Verticalización del usuario	.....68
Figura 47. Ángulo máximo de inclinación del usuario	.....69
Figura 48. Posición y dirección de las cargas aplicadas	.....74
Figura 49. Cargas puntuales aplicadas al sistema	.....75
Figura 50. Análisis de esfuerzos por elementos finitos al sistema	.....76
Figura 51. Esfuerzos y colores en el análisis al sistema	.....77
Figura 52. Desplazamientos del sistema por medio de elementos finitos	.....80
Figura 53. Desplazamientos del sistema por medio de elementos finitos	.....72
Figura 54. Componentes principales del sistema automatizado	.....82
Figura 55 Control alámbrico del sistema automatizado	.....83
Figura 56. Ángulo de inclinación para postura por decúbito lateral derecho	.....84
Figura 57. Ángulo de inclinación para postura por decúbito lateral derecho	.....84
Figura 58. Ángulo de inclinación para lograr la verticalización del sistema	.....85
Figura 59. Elementos que están en contacto directo con el paciente	.....81

# ÍNDICE DE TABLAS

Página

## Capítulo I

Tabla 1. Clasificación de la discapacidad .....6

## Capítulo II

Tabla 2. Zonas peligrosas con base en la posición del paciente .....25

## Capítulo V

Tabla 3. Matriz de selección o ponderación .....70

Tabla 4. Propiedades físicas y químicas del acero suave .....73

Tabla 6. Factor de seguridad del sistema por medio de elementos finitos .....79

# CAPÍTULO I

## LA DISCAPACIDAD EN MÉXICO

### INTRODUCCIÓN

La discapacidad es un concepto cuya comprensión ha tenido muchos cambios durante el tiempo. Actualmente se considera que una persona tiene discapacidad cuando no tiene integridad en su estructura anatómica, sus funciones corporales y mentales, lo que le impide realizará actividades de la vida diaria comunes y participar socialmente.

#### 1.1 Definición y conceptos

La discapacidad según la Organización de Estados Americanos (OEA), se entiende como: *“una deficiencia física, mental o sensorial, de naturaleza permanente o temporal, que limita la capacidad de ejercer una o más actividades esenciales de la vida diaria, y que puede ser causada o agravada por el entorno económico y social.”*

Es claro, que la discapacidad es un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive.

Se debe comprender que la discapacidad es un concepto o características, más no una enfermedad, ya que es una condición y no un padecimiento. Los prejuicios y las opiniones a favor o en contra, evolucionan junto con las sociedades según la actitud de las personas para aceptar tales condiciones, creando un entorno accesible o inaccesible para dichas personas con discapacidad, influyendo en una buena o deficiente participación plena y efectiva en la sociedad.

## **1.2 Definiciones aportadas por la *Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM)***

En el año 1980, la Organización Mundial de la Salud, presentó un documento, «Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías» (CIDMM), que sirvió para definir a las personas con discapacidad, no por las causas de sus minusvalías, sino por las consecuencias que éstas les han generado. Esta clasificación se desarrolló con la intención de facilitar la adopción de criterios comunes de trabajo, simplificando la difusión de denominaciones, contribuyendo también a mejorar la comunicación entre profesionales de diferentes disciplinas. Entre sus aportaciones más importantes, se encuentra el planteamiento de una intermediación conceptual nueva que incorpora tres niveles diferentes: deficiencia, discapacidad y minusvalía.

### **▪ Deficiencia**

Hace referencia a las anomalías de la estructura corporal, de la apariencia y de la función de un órgano o sistema, cualquiera que sea su causa; las deficiencias representan trastornos en el nivel del órgano (dimensión orgánica o corporal). Dentro de la experiencia de la salud, la CIDDM la ha definido como *toda pérdida o anomalía de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica*. Las deficiencias presentan trastornos a nivel del órgano, se identifican por ejemplo, en términos de pérdida de miembros o de sentidos, disfunciones o limitación de funciones, algunos ejemplos de deficiencia son; ceguera, sordera, mudez, amputación de un miembro y retraso mental.

### **▪ Discapacidad**

Restricción o ausencia (debida a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano. La discapacidad se define también como la exteriorización funcional de las

deficiencias o limitaciones físicas o mentales que al relacionarse con el contexto social producen minusvalías; estas últimas expresan el desfase entre las capacidades y potencialidades de la persona.

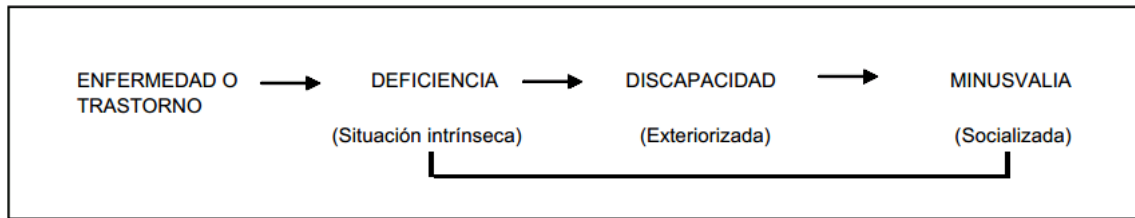
- **Minusvalía**

Las definiciones extraídas de este documento han sido ampliamente utilizadas durante años y aún continúan vigentes en bastantes países, por lo que siguen ofreciendo un referente de los principales términos utilizados todavía hoy al hacer alusión a la discapacidad.

La minusvalía hace referencia a las desventajas que experimenta el individuo como consecuencia de las deficiencias y discapacidades; así pues, las minusvalías reflejan dificultades en la interacción y adaptación del individuo al entorno (dimensión social). Dentro de la experiencia de la salud, una minusvalía es una situación desventajosa para un individuo determinado, como consecuencia de una deficiencia o discapacidad, que limita o impide el desempeño de un rol que es normal en su caso (en función de su edad, sexo, factores sociales y culturales).

Situación desventajosa para un individuo determinado, consecuencia de una deficiencia o de una discapacidad, que limita o impide el desempeño de un rol que es normal en su caso, en función de su edad, sexo, factores sociales y culturales.

La integración de estos conceptos es representada en la Figura 2. La imagen parece aludir a una progresión lineal, sin embargo los elementos conceptuales se interrelacionan de una manera más compleja. En la práctica, no puede establecerse una línea divisoria clara entre cada elemento; por ejemplo, puede haber una deficiencia sin que dé lugar a enfermedades o discapacidades e incluso deficiencias (INEGI, et al., 2001).



**Figura 2. Consecuencias que puede generar la enfermedad en los individuos**  
 Fuente: INEGI, (2004)

Se debe de considerar que abordar el tema de discapacidad es complejo así como precisar su prevalencia e incidencia, pero queda claro que existen elementos o parámetros que nos permiten afirmar que tiende a aumentar, no sólo por el hecho de considerar el crecimiento de la población, sino también como consecuencia del proceso de cambio demográfico, epidemiológico y social que las naciones padecen.

### 1.3 Tipos de discapacidad

Dependiendo de las secuelas que sufra la persona, existen varios tipos de discapacidad. Los motivos por lo que se produce son diversos; pueden ser tanto temporales como permanentes.

El XII Censo General de Población y Vivienda 2000, el INEGI consideró cinco tipos de discapacidad: motriz, visual, mental, auditiva y del lenguaje, agrupando el resto de los tipos en una categoría denominada otro tipo de discapacidad.

- **Discapacidad Motriz:** La cual agrupó las discapacidades músculo-esqueléticas y las neuromotrices. Las primeras se refieren a la dificultad que enfrenta una persona para moverse, caminar, mantener algunas posturas, así como las limitaciones en habilidades manipulativas como agarrar o sostener objetos. Las neuromotrices son aquellas que dificultan la movilidad de algún segmento corporal a consecuencia de un daño neurológico,

incluyendo las secuelas de traumatismos y de algunas enfermedades como la poliomielitis, las lesiones medulares y distrofia muscular.

- **Discapacidad visual:** Se refiere a la disminución que sufre una persona en su agudeza o capacidad visual. Este tipo de discapacidad, incluye a las personas ciegas y a quienes tienen debilidad visual, las cuales regularmente ven sólo sombras o bultos; las deficiencias o limitaciones visuales pueden ser progresivas hasta convertirse en ceguera.
- **Discapacidad mental:** La discapacidad mental se caracteriza por un funcionamiento intelectual y de comportamiento inferior al del promedio, este tipo de discapacidad generalmente coexiste junto a limitaciones de la comunicación, el autocuidado, la vida en el hogar, las habilidades sociales, la autodirección, las habilidades académicas y el trabajo, entre otras. Una persona con discapacidad mental puede tener un nivel de afectación leve, moderado, severo o profundo.
- **Discapacidad auditiva:** Entre las discapacidades auditivas se encuentran la sordera o anacusia y la hipoacusia, que puede atenuarse mediante la utilización de un aparato o auxiliar auditivo. Las personas sordas no distinguen los sonidos, incluso algunos de alta intensidad, lo que les dificulta establecer un código de comunicación.
- **Discapacidad del lenguaje:** las discapacidades del lenguaje se deben regularmente a problemas físicos en las estructuras de los órganos del lenguaje (labios, paladar, nariz, etc.), y se caracterizan por sustituciones, omisiones, adiciones o distorsiones del sonido. Entre las discapacidades del lenguaje se encuentran la rinitis, la mudéz, la laringectomía el labio leporino y otros defectos o alteraciones de la articulación fonética o del habla.

## 1.4 Clasificación de las discapacidades

Las distintas discapacidades, en general, pueden tener un origen orgánico diverso pero su proyección física limita ciertas capacidades por lo que se agrupan de la siguiente manera tomando como referencia la publicación del Instituto de Biotecnología de Valencia en DATUS (Diseño de ayudas técnicas bajo criterios de usabilidad).

Tabla 1: Clasificación de la discapacidad

Discapacidad auditiva	Discapacidad física	Discapacidad psíquica	Discapacidad visual
Deficiencia auditiva leve	Manipulación	Intelecto	Disminución de agudeza visual
Deficiencia auditiva moderada	Destreza	Lenguaje/comunicación	Campo de visión reducido
Deficiencia auditiva severa	Movimiento	Lecto_escritura	Disminución de la percepción de profundidad
Deficiencia auditiva profunda	Fuerza/resistencia	Memoria	Deslumbramiento
	Voz/habla	Atención	Visión nocturna reducida
Deficiencia auditiva total. Cofosis			Disminución de la percepción del contraste
			Fotofobia
			Ceguera total

Fuente: DIF, (2012).

De la tabla anterior, se define de manera más amplia cada una de las distintas discapacidades:

- **Discapacidad Auditiva**

- *Deficiencia auditiva leve*: Disminución de la sensibilidad auditiva de forma leve (pérdida auditiva de 21-40 dB).



- *Deficiencia auditiva moderada:* Disminución de la sensibilidad auditiva de forma moderada (pérdida auditiva de 41-70 dB).
- *Deficiencia auditiva severa:* Disminución de la sensibilidad auditiva de forma severa (pérdida auditiva de 71-90 dB).
- *Deficiencia auditiva profunda:* Pérdida profunda de la audición (pérdida auditiva de 91-119 dB).
- *Deficiencia auditiva total:* Cofosis. Falta de la habilidad para oír (pérdida auditiva de 120 dB o más).

“Aquí cabe aclarar que la audición normal existiría por debajo de los 20 dB.”

#### ▪ **Discapacidad Física**

- *Manipulación:* Limitaciones en las actividades de transportar, desplazar, tomar o soltar objetos, incluye acciones utilizando los pies, manos y brazos. Alcanzar, elevar, depositar, tirar, empujar, patear, asir, soltar, girar, lanzar y tomar.
- *Destreza:* Limitaciones en las actividades de utilización de manos y brazos, y actividades de psicomotricidad fina, incluye las acciones coordinadas de manejo de objetos, coger, manipulación y soltar utilizando una mano, los dedos y los pulgares.
- *Movimiento:* Limitaciones en las actividades de mantener y cambiar la posición corporal y trasladarse de un lugar a otro utilizando las piernas, pies, manos y brazos.
- *Fuerza:* Disminución de la fuerza generada por la contracción de un músculo o grupo de músculos al realizar una actividad. Puede ser realizada por una parte específica del cuerpo en una acción específica o aplicada a un objeto específico. Incluye tirar, elevar, asir, pulsar, pinchar, girar, etc.

- *Resistencia:* Disminución de la capacidad de soportar fuerza, está relacionada con las funciones cardíaca y pulmonar.
- *Voz/habla:* Deficiencia relacionada con el sonido producido por los órganos vocales, normalmente la dicción. Las alteraciones en la dicción influyen de forma general o en aspectos tales como la articulación, volumen, fluencia, velocidad, melodía y ritmo. Limitación en la utilización de un código o sistema común llamado lengua.

- **Discapacidad Psíquica**

- *Intelecto:* Disminución de las funciones mentales generales que se requieren para comprender e integrar de manera constructiva las diversas funciones cognitivas y su desarrollo a lo largo de la vida.
- *Lenguaje / comunicación:* Deficiencia en la transmisión o formas de intercambiar mensajes orales a través de un conjunto de señales y símbolos con un significado propio que forman un código de comunicación.
- *Lecto - escritura:* Disminución de las funciones mentales específicas de reconocer y utilizar señales, símbolos y otros componentes de un lenguaje.
- *Memoria:* Disminución de las funciones mentales específicas de registro y almacenamiento de información y su recuperación según sea necesario.
- *Atención:* Disminución de la función mental por la que nos concentramos en un instante cualquiera en algo (un objeto o ciertas características del ambiente), ignorando o percibiendo difusamente lo demás.

## ▪ **Discapacidad Visual**

- *Disminución de agudeza visual:* Pérdida de la capacidad de discriminar como diferentes dos puntos u objetos próximos.
- *Campo de visión reducido:* Disminución del espacio en el que un objeto puede ser visto mientras la mirada permanece fija en un punto central. Puede haber pérdida de campo central, periférico o ambos.
- *Pérdida de la percepción de la profundidad:* Visión de un objeto en tres dimensiones por la fusión en el cerebro de las dos imágenes impresionadas por la retina de ambos ojos. Esta pérdida se produce cuando no hay visión binocular.
- *Deslumbramiento:* Efecto de disminución de la agudeza visual debido a un exceso de luz.
- *Visión nocturna reducida:* Deficiente adaptación a la oscuridad o lugares poco iluminados, disminución de la agudeza visual a la luz crepuscular o poco intensa.
- *Disminución de la percepción de contraste:* Disminución de la capacidad de distinguir un objeto sobre el fondo que le rodea.
- *Fotofobia:* Dolor causado por la exposición a la luz debido a un espasmo ciliar.
- *Ceguera total:* Pérdida total de la visión, debida a daños producidos en los ojos o en la parte del sistema nervioso encargada de procesar la información visual.

En cuanto a la forma de medición de la agudeza visual se maneja la tabla de Snellen que no es más que un cálculo de lo que una persona normal debería ver a cierta distancia en un tablero con letras en distintos tamaños al alto contraste. Al decir que una persona tiene 100% de visión, 1.0 ó un 20/20 (6/6) quiere decir que dicha persona ve a 6 metros lo que se debería ver a 6 metros, por lo tanto una persona que tiene 0.10 ó un 20/200 (6/60) quiere decir entonces que esta persona puede ver 10% de visión y que puede ver con el mismo detalle que una persona con 100% de visión vería a 200 pies o 60 metros de distancia lo que la persona con 10% de visión lo ve a 20 pies o 6 metros.

Todas estas discapacidades se pueden subdividir según el grado de afectación al desempeño propio de la persona según su edad y sexo, donde se les puede clasificar como; *leve, moderado y grave*, partiendo del entendimiento de que si la discapacidad le permite una mayor o menor independencia y productividad dentro su entorno en los aspectos laboral, educativo y social.

## **1.5 Evolución de la población con discapacidad en México; INEGI 2000-2010**

### **1.5.1 Personas con discapacidad en México (Censo General de Población y Vivienda 2000)**

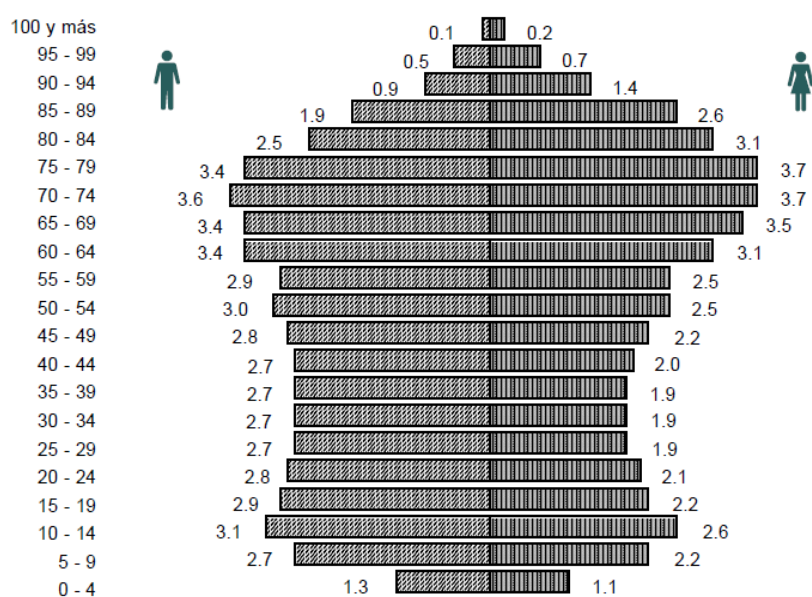
Según el XII Censo General de Población y Vivienda 2000, una persona con discapacidad "Es aquella que presenta una limitación física o mental de manera permanente o por más de seis meses que le impide desarrollar sus actividades en forma que se considera normal para un ser humano".

En México, de acuerdo con el XII Censo General de Población y Vivienda del 2000, y con base en los resultados de la muestra censal realizada en ese mismo año, las personas que tienen algún tipo de discapacidad son 1 millón 795 mil, lo que representa 1.8% de la población total.

### ➤ Por edad y sexo

La estructura de la población con discapacidad por edad y sexo, permite tener un acercamiento a la evolución generacional de las personas con esta característica y algunas de las manifestaciones específicas por edad en hombres y mujeres.

Se observa en la Figura 3 que en los grupos de edad de 10 a 14 y de 60 a 79 años se incrementa el porcentaje de personas con discapacidad. Por el contrario, los puntos más bajos se presentan en los grupos de edad de 0 a 4, de 15 a 39, así como en el de 80 años y más



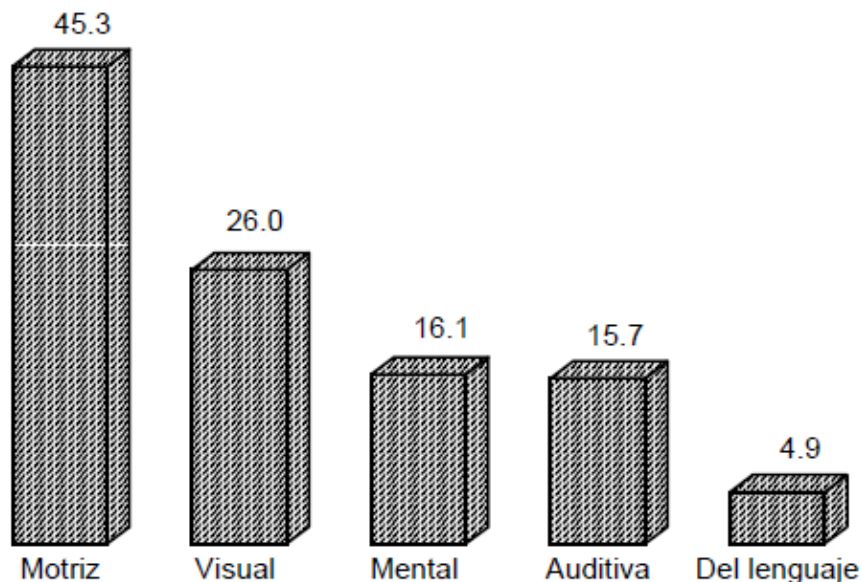
**Figura 3. Distribución porcentual de población según grupos de edad y sexo, 2000**

Fuente: INEGI. XII CGPV, (2000). Base de datos

### ➤ Tipo de discapacidad

Además de establecer una aproximación sobre el número de personas con discapacidad y saber dónde se ubican, también es importante conocer el impacto del tipo de discapacidad en este grupo de población. El XII Censo General de Población y Vivienda 2000, consideró cinco tipos de discapacidad: motriz, visual,

mental, auditiva y del lenguaje, agrupando el resto de los tipos en una categoría denominada otro tipo de discapacidad.



**Figura 4. Porcentaje de población por tipo de discapacidad, 2000**

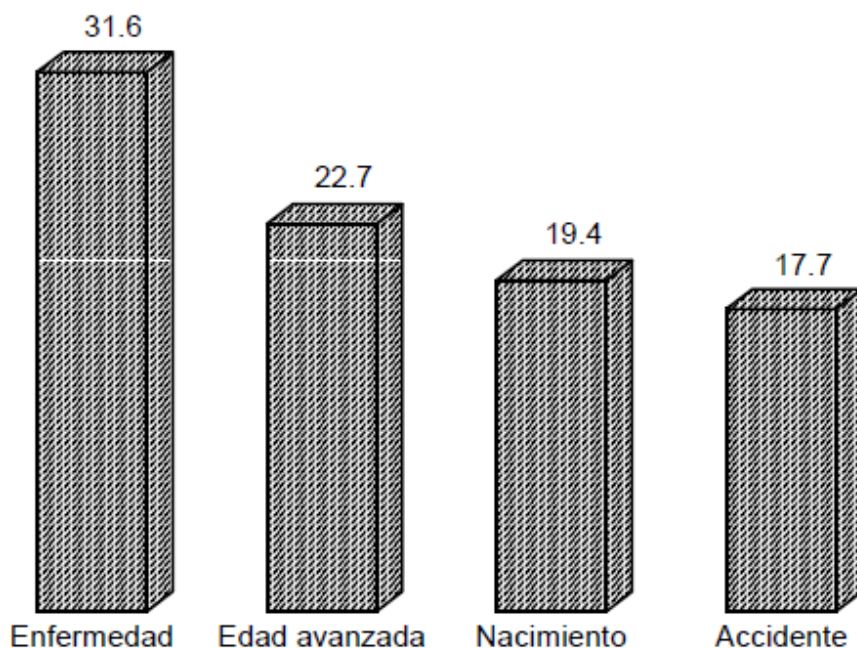
Fuente: INEGI. XII CGPV, (2000). Base de datos

Una persona puede tener más de una discapacidad, por ejemplo: los sordomudos tienen una limitación auditiva y otra de lenguaje o quienes sufren de parálisis cerebral presentan problemas motores y de lenguaje.

#### ➤ **Causas de discapacidad**

Las causas que dan origen a una discapacidad son muy diversas, se relacionan con los aspectos de orden biológico y sociocultural; en ellas el medio físico y social desempeña un papel preponderante. Las causas identificadas como relevantes son muy numerosas: factores genéticos, enfermedades agudas o crónicas, violencia, sedentarismo, tabaquismo, educación incompleta, creencias culturales, accesibilidad a servicios de salud, complicaciones perinatales, traumatismos intencionales o no, adicciones al alcohol y a las drogas, problemas nutricionales, estrés y características del entorno físico, entre otros.

Los motivos que producen discapacidad en las personas pueden ser variados, pero el INEGI los clasifica en cuatro grupos de causas principales: *nacimiento, enfermedad, accidente y edad avanzada*.



**Figura 5. Distribución porcentual de población según causa de la discapacidad, 2000**

Fuente: INEGI. XII CGPV, (2000). Base de datos

No se graficó a las personas que no especificaron la causa de su discapacidad (6.7%), ni a las de por otra causa (1.9%).

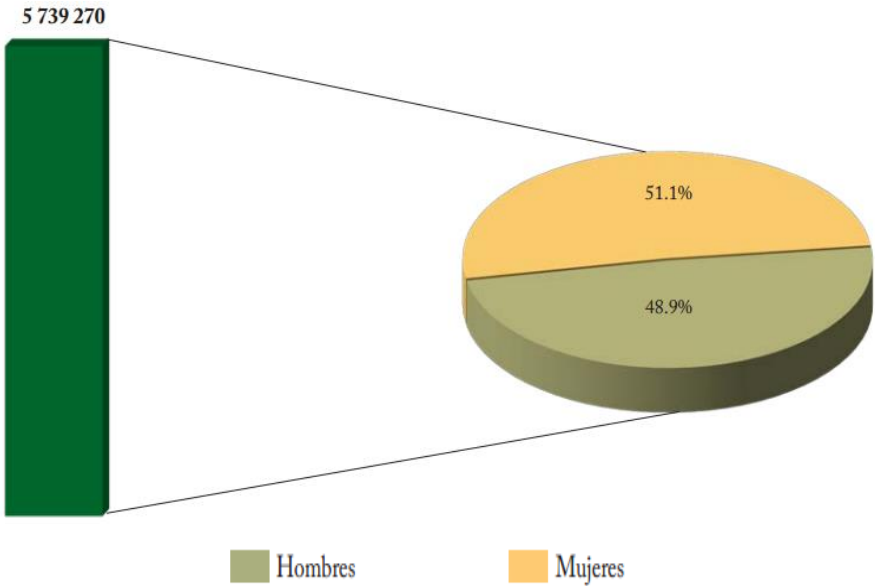
De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) se estima que actualmente existen alrededor de 650 millones de personas con algún tipo de discapacidad, lo cual representa aproximadamente el 10% de la población mundial. Sin embargo, la Encuesta Nacional de Evaluación del Desempeño, efectuada por la Secretaría de Salud en 2003, reportó la presencia de discapacidad en 9% de la población, con base en la Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud de la OMS.

Es notable la diferencia entre los datos obtenidos por las diferentes instituciones, debemos de considerar que pueden existir diferentes factores que hacen estas

discrepancias, entre los cuales podemos encontrar; la manera de captar la información (el cómo o tipo de las preguntas) y la manera de interpretarlas (como anotar dichas respuestas), en donde dichos factores afectan de manera directa dichos resultados.

### 1.5.2 Personas con discapacidad en México (Censo General de Población y Vivienda 2010)

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) presentó el 4 de marzo de 2011 los resultados definitivos de varios rubros para el Censo de Población y Vivienda 2010 y las estadísticas estipulan que en México hay 5 millones 739 mil 270 personas con discapacidad (PCD), es decir el 5.1% de la población mexicana, de los cuales, 51.1% son mujeres y 48.9% son hombres.



**Figura 6. Población con discapacidad y su distribución porcentual según sexo**  
Fuente: INEGI, (2010). Base de datos

Uno de los grupos más vulnerables de la sociedad es el que presenta algún tipo de discapacidad. Dadas las dificultades que conlleva la captación de este segmento de



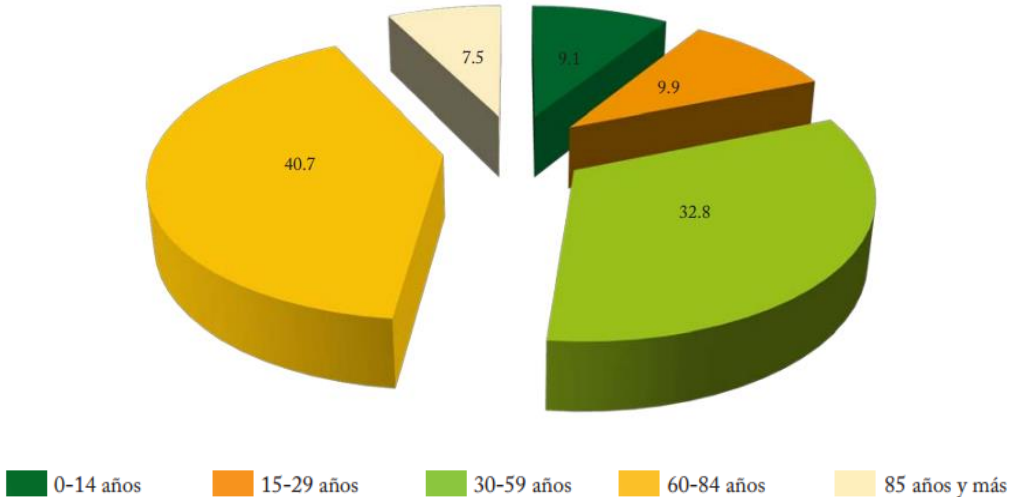
la población, para el Censo 2010 se adoptó la metodología del grupo Washington, del cual México forma parte.

Este censo, con base en el cuestionario ampliado, identifico 5 739 270 mexicanos con alguna dificultad física o mental para realizar actividades de la vida cotidiana. Es importante resaltar que la proporción de mujeres es mayor que la de hombres que tienen alguna discapacidad.

➤ **Distribución porcentual de la población con discapacidad por grandes grupos de edad**



El grupo de 60 a 84 años concentra el mayor porcentaje de individuos (40.7%) con alguna discapacidad, seguido de la población adulta entre 30 y 59 años. El menor porcentaje lo representa la población con 85 años y más, explicado por la menor proporción de personas en ese grupo etario.



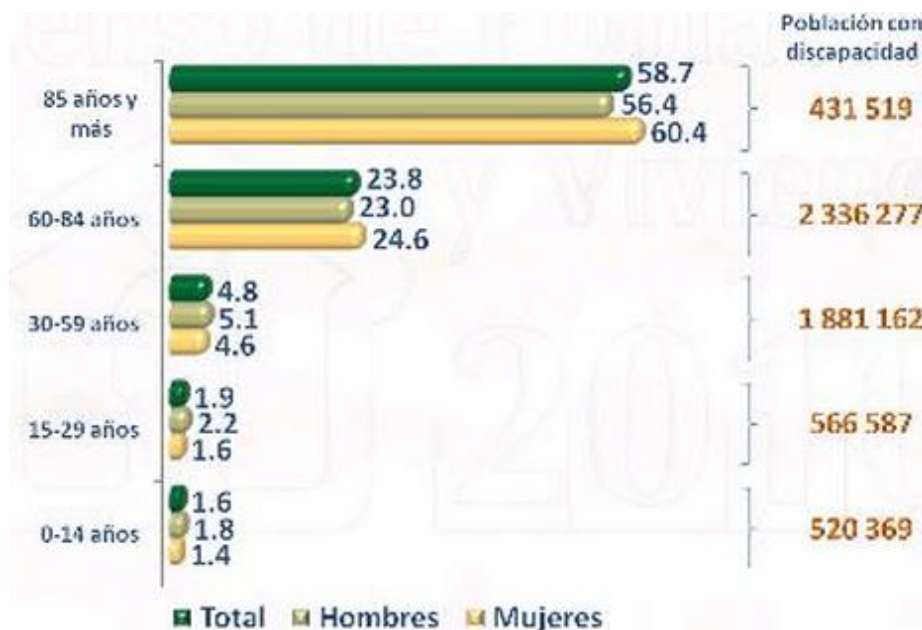
**Figura 7. Distribución porcentual de la población con discapacidad por grupos de edad**  
Fuente: INEGI, (2010). Base de datos

Dos de cada diez individuos con discapacidad tienen menos de 30 años, situación a considerar dado la atención que necesitan para desarrollarse en condiciones adecuadas

➤ **Porcentaje de población con discapacidad por grandes grupos de sexo y edad**

La posibilidad de padecer alguna limitación física o mental se incrementa con la edad: la población masculina de 15 a 29 años con alguna discapacidad representa 2.2% del total de población, mientras que entre la que tiene de 60 a 84 años, es de 23 %.

Las mujeres por su parte, representan un patrón similar, entre las 60 a 84 años, 25 de cada 100 padece alguna limitación para llevar a cabo actividades de la vida cotidiana.



**Figura 8. Porcentaje por discapacidad por grandes grupos de edad y sexo**  
Fuente: Mendoza, Karent, (2011).

Si bien existen diferencias en el porcentaje de hombres y mujeres con discapacidad, estas no son sustanciales y se hacen evidentes sobre todo en el grupo de mayor edad, donde las mujeres presentan altos porcentajes con discapacidad, situación que refleja la mayor sobrevivencia femenina.

En los tabuladores básicos, vemos que en general, la mayor parte de esta población se concentra en los grupos de edad adulta, es decir, en edad productiva: de 30 a 59 años (33%) y de 60 a 84 años (38.5%).

## **CAPÍTULO II**

# **PROBLEMAS DERIVADOS DE LA FALTA DE MOVILIDAD DE PERSONAS CON ESTANCIAS PROLONGADAS EN CAMA**

### **INTRODUCCIÓN**

El organismo humano es un sistema dinámico complejo; siempre está en constante movimiento. Por lo tanto, la falta de movilidad en personas que presentan estancias prolongadas en cama, están expuestas a una serie de problemáticas que repercuten directamente en la salud de estas, propiciando la aparición prematura de síndromes geriátricos, es decir; enfermedades relacionadas con la vejez.

### **2.1 Síndromes Geriátricos**

#### **2.1.1 Historia de la Geriatria**

El término de Geriatria aparece por primera vez en el año 1909 de la mano de I. L. Nascher que escribió su obra en EE.UU. titulada “Geriatrics: The Diseases of old Age and Their Treatment.” La Geriatria moderna nace en Gran Bretaña en los años 1930-1935 con la gran intuición de Marjorie Warren que trabajó como enfermera en el West M. Iddleex Hospital y se graduó en Medicina en el Royal Free Hospital.

En las salas de crónicos de estos hospitales se encontró con muchos ancianos que presentaban varias enfermedades no diagnosticadas ni tratadas. Tanto ella como el resto de los pioneros de la Geriatria comprobaron que muchos de aquellos ancianos crónicos e inválidos se recuperaban total o parcialmente con cuidados clínicos y de rehabilitación adecuados y que se les podía integrar de nuevo en la familia y la comunidad. El bacteriólogo ruso Vladimir Korenchevski fue el promotor de la creación de la Asociación Internacional de Gerontología (IAG) y convocó una reunión en Lieja (Bélgica) el 12 de julio de 1950 en la que estuvieron presentes las

Sociedades de Geriátría de once países, entre ellas la de España, donde se celebró el Primer Congreso Internacional de Gerontología y se firmó el acta constitucional de la IAG. En 1946 el National Health Service británico propició una nueva especialidad médica: la Geriátría. El Bamcose Hospital convocó la primera plaza de médico geriatra. En los 25 años siguientes se llegó a la cifra de 300 consultores geriátricos, geriatras de la primera generación que, en general, procedían de la medicina interna. (Salgado)

### **2.1.2 Definición y conceptos**

El concepto de síndrome se identifica por agrupar diversos síntomas que caracterizan a una determinada enfermedad o bien describe al grupo de fenómenos propios de una situación específica.

A nivel médico, se entiende por síndrome a un cuadro clínico que merece ser examinado por tener un cierto significado. Gracias a sus particularidades, que funcionan como datos semiológicos posee una cierta identidad, con causas y etiologías (estudio sobre las causas de las cosas una vez conocidos los efectos) particulares.

A su vez la geriátría es la rama de la medicina dedicada al anciano que se ocupaba del diagnóstico y tratamiento de sus enfermedades agudas y crónicas de su recuperación funcional y de su reinserción en la sociedad. La palabra geriátría viene de las raíces griegas, geras, que significa "vejez", y iatria, que significa "curación".

Con base en lo anterior, podemos decir que síndromes geriátricos se refieren a condiciones de salud multifactoriales, propias del paciente anciano, que ocurren cuando los efectos de la acumulación de deterioros, en múltiples sistemas, tornan a una persona vulnerable ante demandas fisiológicas o fisiopatológicas.



**Figura 9. Geriátría**

Fuente: Hospital General Calventy

Algunos de los objetivos que busca la geriátría son:

- Prevenir la enfermedad vigilando la salud del anciano.
- Evitar la dependencia.
- Dar una asistencia integral.
- Rehabilitar.
- Proporcionar un cuidado progresivo del anciano.

Existen síndromes geriátricos tales como; *la incontinencia urinaria, las caídas, la inmovilidad, el deterioro mental, de privación sensorial, insomnio, depresión, aislamiento social, malnutrición, estreñimiento, deshidratación, hipotermia, polifarmacología, síncope, úlceras por presión, sarcopenia*. Así, una causa puede derivar en varios síndromes geriátricos, y al revés, varias causas pueden provocar uno o más síndromes.

Por ello, es importante conocerlas y estar atentos a su comienzo, pues de la detección precoz, el diagnóstico etiológico y el seguimiento continuo depende el que nuestros mayores se rehabiliten de la mejor manera posible y tengan una calidad de vida óptima.

### 2.1.3 Síndrome de Dismovilidad

La definición actual de la enfermedad denominada “Síndrome de Inmovilidad”, “Inmovilismo” o “Inmovilización” consiste en la falta de movimiento para realizar determinadas actividades. Al respecto comenta C. Jiménez Rojas y B. Carrillo Manrique (2002):

"Consiste en el descenso de la capacidad para desempeñar las actividades de la vida diaria por deterioro de las funciones motoras. Se caracteriza por reducción de la tolerancia a la capacidad física, debilidad muscular progresiva y en casos graves, pérdida de los automatismos y reflejos posturales necesarios para la deambulaci3n".  
(p. 649)

Es evidente que cuando se habla de funciones motoras se refiere al grupo de discapacidades m3sculo-esquel3ticas y las neuromotrices, las cuales fueron definidas en el cap3tulo I.

Otro grupo incluye el t3rmino de “desplazamiento”, defini3ndola como la “restricci3n, generalmente involuntaria, en la capacidad de transferencia y/o desplazamiento de una persona a causa de problemas f3sicos, funcionales o psicosociales.” (J .I. Gonz3lez y T. Alarc3n, p. 108)

Es conocido que en esta enfermedad existe un deterioro de la capacidad de desempeñar las actividades de la vida diaria (AVD). No obstante, se ha comprobado que el deterioro de éstas progresa no s3lo a partir de deterioro de las funciones motoras, sino desde el deterioro progresivo de cualquiera de las esferas: biol3gica, ps3quica, social, espiritual o funcional, lo que, eso s3, termina por afectar de alguna manera la capacidad de moverse del paciente. En la vida no existe inmovilidad. A3n con un paciente encamado en las 3ltimas etapas existe latente la capacidad de ser trasladado, adem3s de la movilidad aut3noma, pasiva o vegetativa. Ejemplos de élla son la movilidad cardiovascular, ocular, respiratoria y digestiva. As3 visto, un

paciente inmovilizado en la práctica no existe: Los seres humanos dejan de moverse sólo cuando mueren.

Por estos motivos, se sugiere sustituir el término “inmovilidad” (Ausencia de movilidad) y sus derivados por “Dismovilidad” (Movilidad dificultosa), cuya definición es: "La molestia, dificultad y/o imposibilidad para movilizar parte del cuerpo y/o trasladarse secundaria a situaciones patológicas diversas de origen biológico, psíquico, social, espiritual y/o funcional; que afecta la calidad de vida y/o que tiene riesgo de progresión". (Dinamarca, 2003)

Definiéndose como “molesta” aquella movilidad que permite lograr lo deseado sin alterar el curso físico normal del movimiento (“arco del movimiento”) y “dificultosa” aquella movilidad que permite lograr lo deseado pero que altera para ello el curso físico normal del movimiento.

El síndrome de Dismovilidad, por su naturaleza, puede llegar a generar personas con estancias prolongadas en cama, es decir; aquel o aquellas personas que, por diferentes motivos, están obligadas a permanecer inmóviles en la cama, ya sea un anciano impedido, un accidentado, un enfermo terminal...etcétera.

**Esta situación genera un gran riesgo por falta de movilidad y favorece:**

1. Alteraciones en la circulación que facilitan la aparición de trombosis venosas, tromboflebitis, y embolias pulmonares.
2. Mala ventilación pulmonar con retención de secreciones y predisposición a las infecciones respiratorias.
3. Pérdida de masa muscular, generando una atrofia y debilidad muscular (Sarcopenia).
4. Problemas articulares como osteoporosis, artritis, artrosis, reuma, etcétera.



5. Problemas digestivos entre ellos el estreñimiento.

6. Aparición de úlceras por presión que son lesiones en la piel que cursan con pérdida de sustancia cutánea y cuya profundidad puede variar desde una erosión superficial en la piel hasta una afectación más profunda, pudiendo llegar hasta el hueso.

Uno de los problemas medulares de este proyecto es "ayudar" a evitar a las personas que presentan estancias prolongadas en cama, las úlceras por presión. Es por ello que esta problemática se verá y se conocerá más a detalle en el siguiente punto.

## **2.2 Úlceras por presión**

### **2.2.1 Definición y conceptos**

Muchos son los términos que se han utilizado para referirse a las úlceras por presión, tales como escaras, ampollas, úlceras de cama, úlceras de piel, úlceras de decúbito. Ninguno de estos términos resulta apropiado ya que reflejan la causa más importante del desarrollo de esta complicación: la presión. Nuestra experiencia ha demostrado que no solamente las personas que permanecen en cama son las que desarrollan esta complicación, sino también se puede encontrarla en pacientes que se encuentran sentados en una misma posición durante un largo espacio de tiempo o incluso en personas que tienen capacidad para caminar.

Históricamente las úlceras por presión han constituido un serio problema que han afectado principalmente a las personas que deben permanecer encamadas durante periodos largos de tiempo, como consecuencias de traumas o enfermedades.

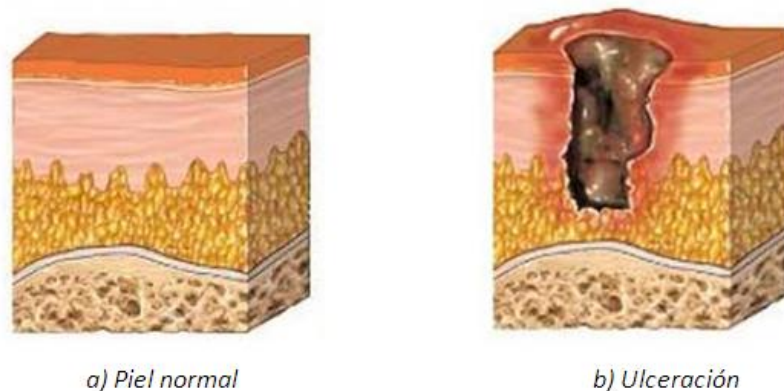
Las úlceras van a aparecer como consecuencia de la presión continua de la piel y tejidos subyacentes entre dos planos duros, lo cual provocará una isquemia y

posterior necrosis de los mismos, independientemente de la posición en que se encuentre colocado el paciente.

El término úlcera por presión indica con mucha claridad el mecanismo de producción de estas lesiones, reflejando así la naturaleza y el factor crítico de esta complicación, siendo esta terminología la más aceptada actualmente y utilizada en la literatura médica.

Existen múltiples definiciones de úlcera por presión procedentes de diversos autores. La citada a continuación es la más completa ya que en ella queda determinada no solamente la etiología y localización de las lesiones, sino también las causas de las mismas.

La úlcera por presión es la lesión de origen isquémico localizada en la piel y tejidos subyacentes, con pérdida de sustancia cutánea y producida por presión prolongada o fricción entre dos planos duros. En la siguiente Figura 10, inciso b, se aprecian estas características.



**Figura 10. Úlceras por presión**

Fuente: Wood, (2011).

Son zonas localizadas de necrosis que aparecen como consecuencia de la isquemia de los tejidos blandos provocada por la compresión de los mismos entre dos planos

duros, uno de los cuales sería las prominencias óseas del propio paciente serian cualquier superficie externa dura. La isquemia puede producirse por la acción de una presión, fricción o cizallamiento de los tejidos blandos, o por la combinación de las mismas.

Se ha observado que las úlceras por presión son más frecuentes en los ancianos, sobre todo en aquellos mayores de 70 años, en los que han sido operados por una fractura de cadera y en pacientes con daño en la médula espinal.

La mayoría de las úlceras por presión se presentan en la parte inferior del cuerpo; el 65% en la región pélvica y el 35% en los miembros inferiores.

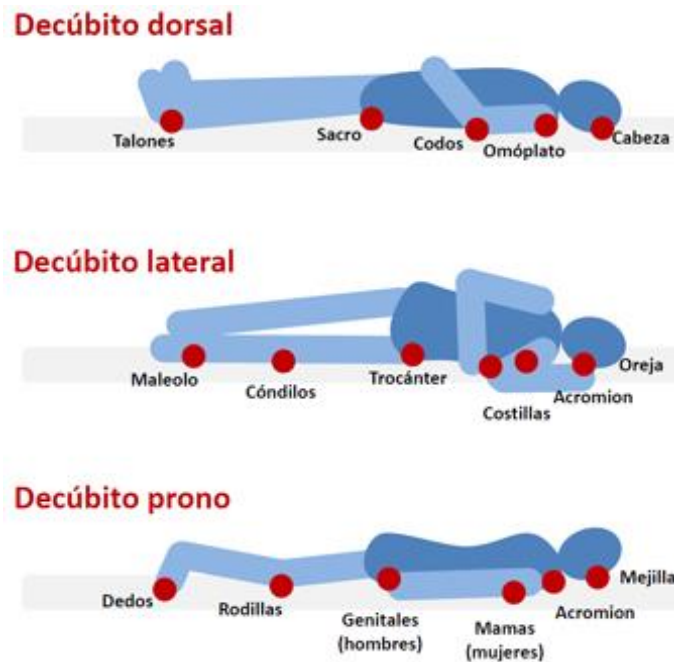
Las zonas más peligrosas son las salientes óseas. En la siguiente Tabla número 2 y Figura 11 se distingue según la posición del paciente:

**Tabla 2. Zonas peligrosas con base en la posición del paciente**

<b>Decúbito dorsal (supino)</b>	<b>Decúbito lateral</b>	<b>Decúbito prono</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Talones</li> <li>- Sacro</li> <li>- Codos</li> <li>- Omóplato</li> <li>- Cabeza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maleolos (tobillos)</li> <li>- Cóndilos (rodillas)</li> <li>- Trocánter (caderas)</li> <li>- Costillas</li> <li>- Acromion</li> <li>- Orejas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dedos de los pies</li> <li>- Rodillas</li> <li>- Genitales (hombres)</li> <li>- Mamas (mujeres)</li> <li>- Acromion</li> <li>- Mejillas</li> </ul>

Fuente: J. Bernardo Torres (2012).

En general se producen en sitios donde existen prominencias de los huesos, que al comprimir la zona de apoyo entre éste y el resto de cuerpo situado superficialmente provocan la disminución o la suspensión de sangre, con el del flujo de consiguiente daño a los tejidos. Dichos sitios pueden ser sometidos a presión intensa durante un período corto o a presión menos intensa, durante un tiempo más prolongado, siendo ambas alternativas potencialmente dañinas para la piel.



**Figura 11. Cambios posturales**  
Fuente: Alzheimer, (2012).

### 2.2.2 causas y factores que contribuyen al desarrollo de las úlceras por presión

La presión contra la piel reduce el riego sanguíneo hacia el área. Sin suficiente sangre la piel puede morir y se puede formar una úlcera. Sin embargo, existen otros factores de riesgos que asociados a la presión excesiva y sostenida participan de manera importante en el desarrollo de las mismas.

Uno es más propenso a desarrollar una úlcera por presión sí:

- Usa una silla de rueda o permanece en cama mucho tiempo.
- Se genera humedad debido a incontinencia urinaria o fecal que conduce a la maceración y contaminación bacteriana y química de la piel.
- Tiene edad avanzada
- No puede mover ciertas partes del cuerpo sin ayuda, debido a una lesión en la columna o en el cerebro o a una enfermedad como la esclerosis múltiple.

- Tiene enfermedad que afecta el riego sanguíneo, como la diabetes o una enfermedad vascular
- Tiene piel frágil
- No recibe suficiente nutrición (desnutrición)

Los factores de riesgo que contribuyen al desarrollo de las úlceras por presión se pueden dividir en intrínsecos y extrínsecos.

➤ **Factores de riesgos intrínsecos para el desarrollo de úlceras por presión.**

- Deficiencia circulatoria.
- Pérdida parcial o total de la sensibilidad.
- Inmovilidad o inactividad.
- Malnutrición: pérdida de peso, déficit de proteínas y vitaminas.
- Incontinencia urinaria y / o fecal.
- Diabetes; alteración de la micro circulación.
- Edad fisiológica avanzada.
- Estado mental.

➤ **Factores de riesgos extrínsecos para el desarrollo de úlceras por presión**

- Presión.
- Fármacos (Citotóxicos, esteroides).
- Maceración de la piel.
- Materiales usados; colchón, sábanas inadecuadas que producen fricción o roce al enfermo.

Las úlceras por presión pueden aparecer en cualquier persona en quien la piel está sometida a presión constante.

### **2.2.3 Prevención y cuidados.**

Existen diferentes factores que pueden contribuir al desarrollo de las úlceras por presión, pero un solo factor es la causa principal: la presión. Por lo tanto, la prevención en este caso está basada fundamentalmente en garantizar que la persona en riesgo no va a mantener una presión excesiva sobre algunas partes de su cuerpo durante mucho tiempo. Para ello, resulta indispensable considerar y aplicar rigurosamente algunos principios como son:

#### **➤ Educación.**

Se ha demostrado que las acciones preventivas reducen significativamente el desarrollo de úlceras por presión, y en muchas ocasiones la aparición de estas, tanto en pacientes hospitalizados como a nivel domiciliario.

Una de las acciones preventivas de mayor impacto resulta ser la educación tanto para las personas en riesgo como para sus familiares, que en la mayoría de los casos son estos los que están encargados de su cuidado. Esta educación debe incluir aspectos relacionados con la anatomía y fisiología de la piel, nutrición etc., pero al mismo tiempo deben garantizarse la provisión de ayudas técnicas apropiadas para el manejo y prevención de estas complicaciones.

#### **➤ Higiene**

Una de las principales causas en el desarrollo de las úlceras por presión la constituye indudablemente la maceración de los tejidos ocasionados por las secreciones corporales, lo cual asociado a la presión constante, facilita el rápido desarrollo de esta complicación. Por lo tanto el mantenimiento de medidas estrictas de higiene, sobre todo en las personas hospitalizadas, puede reducir significativamente el desarrollo de úlceras.

➤ **Posicionamiento.**

El adecuado posicionamiento en la cama o sistema constituye también un aspecto de enorme importancia para prevenir las úlceras por presión. En este sentido resulta entonces indispensable que la cama o sistema se adapte a las características anatómicas del usuario y que al mismo tiempo se le proporcione un accesorio (por ejemplo: cojín) que garantice reducción de las fuerzas de presión, ventilación y temperaturas adecuadas.

El buen posicionamiento del paciente encamado resulta también indispensable y aunque existen en la actualidad recurso técnicos muy sofisticados, estos no sustituyen aquellas medidas simples y económicas como el posicionamiento sobre almohadas, hechas en muchas de las ocasiones por los mismos familiares, rellenas de semillas como el alpiste, arroz, lenteja, y en mejor de los casos de granulado de polímeros, los cuales con la humedad no germinan.

➤ **Cambios de posición**

Ni el posicionamiento sobre almohadas, ni otras medidas incluyendo aquellas altamente sofisticadas, eliminan por completo la necesidad de realizar cambios de posición de manera regular, sobre todo en las personas hospitalizadas y con alguna enfermedad o trauma severo del sistema nervioso (accidente vascular cerebral, trauma cerebral, lesión de la médula espinal, etc.). Estos cambios de postura, para prevenir las úlceras por presión en las personas con estancias prolongadas en cama, resultan de vital importancia, encontrando en la investigación que los intervalos de tiempo para dichos cambios en clínicas consultadas varían de 1 a 2 horas y para el caso de enfermos en casas habitación oscila en periodos de 3 horas.

➤ **Otros recursos**

Cada día se cuenta con más y mejores recursos tanto para el tratamiento como para la prevención de las úlceras por presión. Uno de estos recursos que ha demostrado ser bastante efectivo han sido los apósitos preventivos tipo dona, los cuales pueden permanecer por varios días colocados sobre las zonas de riesgo y cuya composición garantiza una excelente compatibilidad con la piel.

Todas las acciones detalladas anteriormente, relacionadas con la prevención, no deben ser responsabilidad solamente del personal de enfermería sino que es parte del manejo integral de cualquier paciente y por lo tanto de todo el equipo de trabajo.



## CAPÍTULO III

### PARÁMETROS DE DISEÑO: ERGONOMÍA Y ANTROPOMETRÍA

#### INTRODUCCIÓN

El concepto de diseño a sido utilizado de manera general en diferentes campos o áreas, teniendo como común denominador la solución de una necesidad planteada por el hombre, en donde este último ha tenido que proyectar su creatividad e ingenio, dando origen a desarrollar; objetos, sistemas, máquinas, procesos productivos, etc. buscando sin duda alguna; mejorar su calidad de vida.

#### 3.1 Conceptos y parámetros de diseño

##### 3.1.1 Definición y conceptos de diseño.

Algunos autores han ofrecido interpretaciones del concepto de diseño, y aunque estos las han definido desde el punto de vista del área o disciplina que desarrollan, la mayoría se expresan en términos generales. Entre ellas tenemos:

- "El diseño consiste en adecuar los productos a las circunstancias a que están adscritos. Y esto significa sobre todo adaptarlos a las circunstancias nuevas. En un mundo que cambia, también los productos tienen que cambiar" (Aicher, 2002).

Uno de los éxitos de la permanencia y evolución del ser humano en el planeta desde sus orígenes, ha sido sin duda alguna, la capacidad de adaptación a los constantes cambios, que ha experimentado el medio ambiente en el que se ha desarrollado. Dicha capacidad de adaptación ha generado nuevas formas o productos para satisfacer sus necesidades y con ello evolucionar de manera paralela en un mundo dinámico.

- En el campo de la ingeniería se habla de que "el diseño es un proceso cuyo objetivo es transformar los recursos en sistemas o productos para la satisfacción de necesidades de cualquier índole" (Milani, 1997)

Debe de quedar claro que el diseño no nace de la nada, es decir; su origen está en satisfacer una necesidad o necesidades (algunos autores lo consideran como problemas o problemáticas), y si estas no existieran, simplemente el diseño perdería su esencia.

- "El diseño de un producto es mucho más que un dibujo. Primeramente, es un proceso de pensamiento dirigido a un objetivo específico mediante el cual se analiza un problema, se definen y ajustan objetivos, se formulan propuestas de solución y por último se realiza una evaluación de la calidad de estos planteamientos" (Roozenburg y Eekels, 1995).

Cuando se desea resolver una problemática en el área ingenieril se acude a una diversidad de metodologías, diagramas de procesos, diagramas de flujos, etc. que nos permite tener claridad de la situación y con esto proponer la mejor solución a dicha problemática, el diseño de producto no es ajeno a estos conceptos, en él, también existen metodologías que nos proporcionan buscar la eficiencia y eficacia a través de una herramienta muy poderosa que es el razonamiento.

Como se puede observar, el concepto de diseño es muy ambiguo, pero es claro que la tendencia es resolver la esencia de su naturaleza, es decir; satisfacer las necesidades del hombre y mejorar su calidad de vida.

### **3.1.2 El Diseño Industrial, la Ingeniería de Diseño y el Diseño de Producto**

En el desarrollo del diseño de producto, las problemáticas son analizadas por estas dos áreas; Ingeniería de Diseño y Diseño Industrial, en donde la primer área se enfoca a realizar los análisis correspondientes a la parte funcional, esto derivado por la formación que ofrece dicha área ingenieril, mientras que el Diseñador Industrial es más generalista, según Gómez-Senent (1997, citado por Renzo Boccardo, 2006), "mezclan el arte y la tecnología buscando un equilibrio entre la apariencia (estética), la calidad y el coste para crear productos competitivos en el mercado"

El ICSID (International Council of Societies of Industrial Design) adoptó internacionalmente la siguiente definición;

El diseño industrial es una actividad cuyo objeto es determinar las cualidades formales que deben poseer los objetos fabricados por la industria. Estas cualidades formales no se encuentran solo en las características exteriores, sino principalmente en las relaciones estructurales y funcionales que hace de un sistema un todo coherente, tanto del punto de vista del productor como del usuario (Maldonado, 1981)

Tanto la Ingeniería de Diseño como el Diseño Industrial son elementos importantes en el desarrollo del diseño de productos ya que son áreas complementarias, en las cuales se pretende aprovechar las ventajas y cualidades de cada una de ellas.

### **3.1.3 Metodología de diseño**

La metodología de diseño, es una herramienta objetiva que utiliza el diseñador para proyectar de manera ordenada y sistemática sus ideas, es decir; la forma de trabajar

y pensar, estableciendo estructuras adecuadas para llevar a cabo el proceso de diseño, logrando con esto el desarrollo creativo de su objeto de estudio.

El resultado de una investigación se encierra en el ámbito de los métodos de diseño, comprendidos estos según la definición de Christopher Jones (1981), quien señala que estos son conjuntos de directivas a seguir durante el proceso de creación de un producto que responda a una necesidad de mercado; complementada esta definición con la visión de Cross (1996) quien reconoce a estos métodos como cualquier procedimiento, soporte o herramienta para diseñar de forma que se represente el conjunto de actividades a los que el diseñador puede recurrir y/o combinar en el proceso creativo.

La metodología de diseño implica el desarrollo, experimentación y verificación de nuevos métodos y técnicas que han de utilizarse o adaptarse según las circunstancias y los objetivos del objeto de diseño.

"El método proyectual para el diseñador no es algo absoluto y definitivo; es algo modificable si se encuentran otros valores objetivos que mejoren el proceso. Y de hecho depende de la creatividad del proyectista que, al aplicar el método, puede descubrir algo para mejorarlo" (Munari, 1983)

Muchos autores han desarrollado diversos métodos de diseño permitiendo poder utilizarlos de acuerdo a las circunstancias en las que se esté. No se puede dar por hecho, que algún método de diseño es universal, funcional y válido para todo tipo de investigación o problemática, se puede entender como sistemas perfectibles muchos de ellos derivados de la experimentación en donde los diseñadores van puliendo sus habilidades proyectistas y creativas en donde su finalidad es conseguir un máximo resultado con el mínimo esfuerzo.

## 3.2 Ergonomía

### 3.2.1 Definición y conceptos

Etimológicamente, el término ergonomía proviene de las palabras griegas *ergon* (trabajo) y *nomos* (ley o norma). Cabe mencionar que no existe una definición oficial de la ergonomía. La primera referencia a la ergonomía aparece recogida por el libro del polaco Wojciech Jastrzebowski (1857) titulado *Compendio de Ergonomía o de la ciencia del trabajo basado en verdades tomadas de la naturaleza*, que según la traducción de Pacaud (1974) dice: "para empezar un estudio científico del trabajo y elaborar una concepción de la ciencia del trabajo en tanto que disciplina, no debemos supeditarla en absoluto a otras disciplinas científicas,... para que esta ciencia del trabajo, que entendemos en el sentido no unilateral del trabajo físico, de labor, sino de trabajo total, recurriendo simultáneamente a nuestras facultades físicas, estéticas, racionales y morales...".

El concepto de ergonomía es por naturaleza perfectible, debido principalmente a la evolución del hombre y su entorno en el que vive.

Existen una gran diversidad de definiciones o interpretaciones del concepto de ergonomía, citando algunos de ellos, según Murrell (1965): "La Ergonomía es el estudio del ser humano en su ambiente laboral"; para Montmollin (1970), "Es una tecnología de las comunicaciones dentro de los sistemas hombre-máquina"; para Wisner (1973) "La Ergonomía es el conjunto de conocimientos científicos relativos al hombre y necesarios para concebir útiles, máquinas y dispositivos que puedan ser utilizados con la máxima eficiencia, seguridad y confort".

Para McCormick (1981), "La Ergonomía trata de relacionar las variables del diseño por una parte y los criterios de eficacia funcional o bienestar para el ser humano".

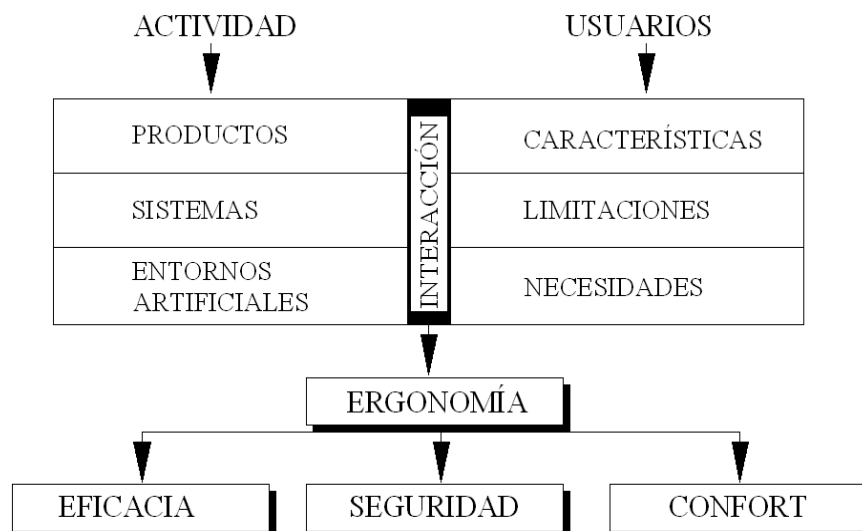
Y citando la definición de Pheasant (1988), para quien la ergonomía es la aplicación científica que relaciona a los seres humanos con los problemas del

proyecto tratando de "acomodar el lugar de trabajo al sujeto y el producto al consumidor".

Como se puede observar las definiciones o interpretaciones que nos proponen los especialistas de la ergonomía son muy variadas, interpretándola de manera general, como; "La tecnología de las comunicaciones entre los sistemas hombre-máquina y su medio ambiente, buscando con ello mejorar la calidad de vida de las personas a través de sistemas eficientes, seguros y confortables".

La ergonomía utiliza ciencias como la psicología, la fisiología y las matemáticas, algunos especialistas del área la consideran como una tecnología, es decir; menos que una ciencia pero mas que una técnica.

La siguiente Figura 12, muestra de manera esquemática el concepto mencionado de ergonomía, partiendo del usuario, actividades e interrelación entre ellos y su ambiente. Buscando como parámetros la eficiencia, seguridad y confort.



**Figura 12. Representación esquemática del concepto de ergonomía**  
Fuente: González, (2007).

El concepto de ergonomía desde la perspectiva fundamentada en la norma UNE (Una Norma Española) en ISO 6385:2004. Principios Ergonómicos para el Diseño de Sistemas de Trabajo, expone la siguiente definición:

- Disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, así como la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos de diseño con objeto de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema.

Esta definición es bastante completa, proporciona de manera clara tanto el objeto como el objetivo del concepto, permitiendo entender la esencia de su naturaleza.

### **3.2.2 Sistema Hombre-Máquina**

El objeto de estudio de la ergonomía es el sistema hombre-máquina, y por supuesto el ambiente en el que están, considerando todas las variables que de manera directa e indirecta se interrelacionan entre sí.

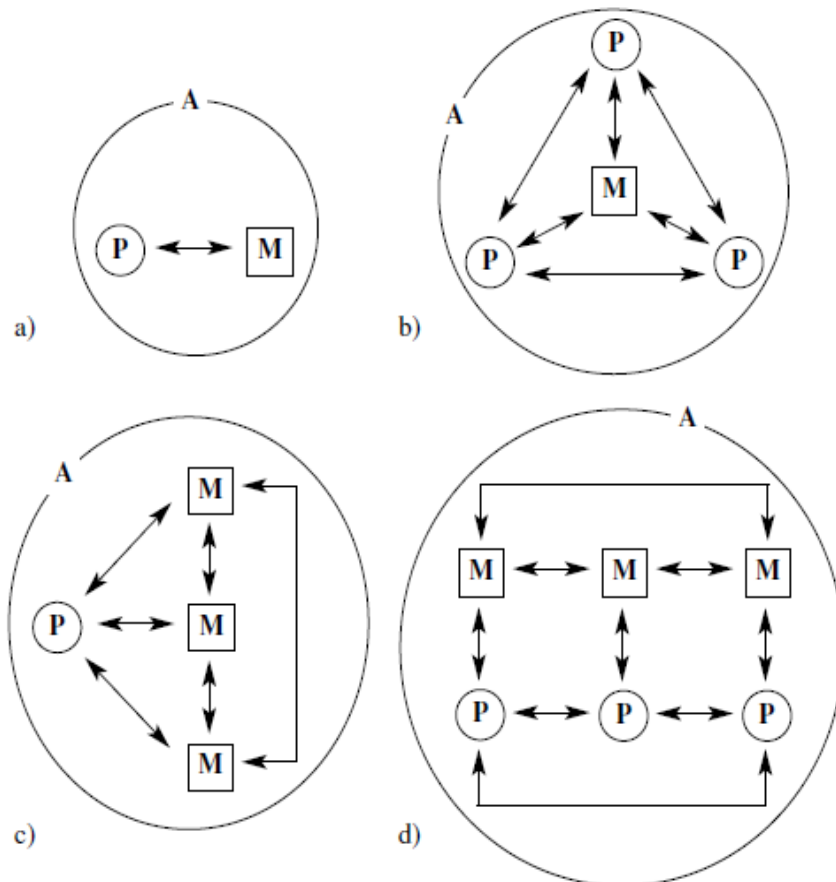
Al respecto comenta McCormick (1964):

"Un sistema hombre-máquina puede definirse como una combinación operatoria de uno o más hombres con uno o más componentes, que interactúan para suministrar, a partir de elementos dados (*input*), ciertos resultados, teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por un ambiente dado".

En el sentido más amplio, el sistema hombre-máquina es un conjunto de elementos humanos y no humanos sometidos a la integración del comportamiento y habilidades del hombre con los atributos de máquina en la mejor forma posible.

Algunos autores se identifican con el concepto de “sistema persona-máquina” en lugar de “sistema hombre-máquina”, que en esencia es el mismo concepto. Según Mondelo y Gregorio (1994): Un sistema persona-máquina está constituido por una o más personas y una o más máquinas, interrelacionados con un objetivo determinado, dentro de un ambiente.

La ergonomía no estudia al hombre, a las máquinas y al ambiente por separado o de manera aislada, lo realiza de manera integral, como el sistema que es, ver Figura 13. El objeto de estudio de la ergonomía surge condicionado por la aparición de sistemas cuya eficacia de funcionamiento está sujeta, sobre todo, por el hombre.



**Figura 13. Un Sistema P-M está constituido por una o más personas y una o más máquinas interaccionando entre sí, con un objetivo determinado y dentro de un ambiente.**

Fuente: Mondelo, Gregori y Barrau, (1999).



### **3.2.3 Objetivos de la Ergonomía**

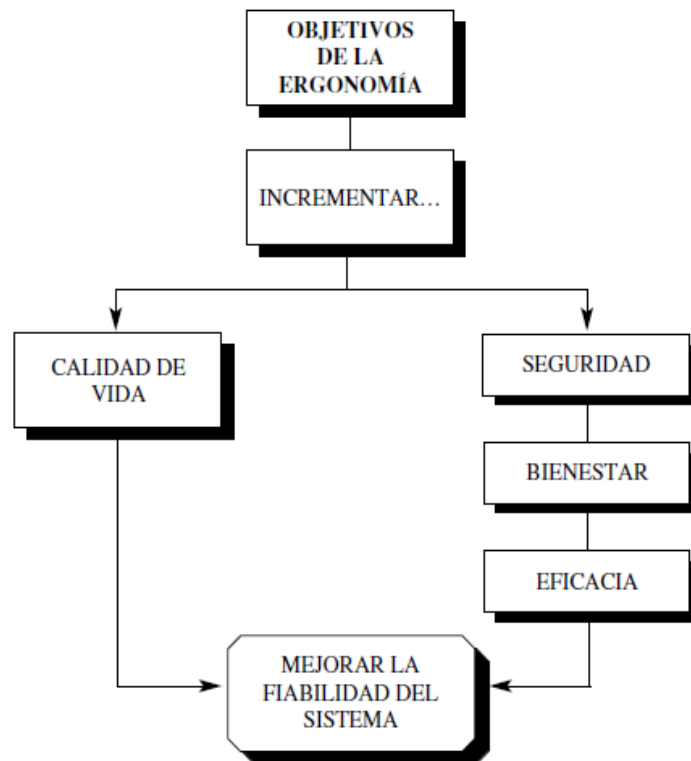
El objetivo de la ergonomía es la prevención de daños en la salud considerando esta en sus tres dimensiones: física, mental y social, según la definición de la OMS (Organización Mundial de la Salud).

Para lograr estos objetivos se deben de diseñar sistemas de trabajo que sean seguros, productivos y confortables, considerando la adaptación de los sistemas de trabajo a las capacidades, posibilidades y características de las personas que lo integran, así como en el medio donde se desarrollan.

Al respecto comenta Mondelo y Gregorio (1994):

“El objetivo que se persigue siempre en ergonomía es el de mejorar la calidad de vida del usuario, tanto delante de una máquina herramienta como delante de una cocina doméstica, y en todos estos casos este objetivo se concreta con la reducción de riesgos de error y con incremento de bienestar de los usuarios”.

La ergonomía es una disciplina basada en el estudio del trabajo humano, que se ocupa de la interacción del hombre con su medio laboral y organizacional, buscando que el trabajo resulte cómodo, fácil y acorde con las necesidades de seguridad e higiene, elevando los índices de eficiencia y eficacia (productividad). Ver la siguiente Figura 14.



**Figura 14. Objetivo de la ergonomía**

Fuente: Mondelo, Gregori y Barrau, (1999).

La ergonomía juega un papel fundamental en el mundo del diseño, ambos conceptos han tenido como objetivos globales; mejorar la fiabilidad de los sistemas y con ello incrementar la calidad de vida de los usuarios, todo esto generado de la búsqueda por satisfacer, de la mejor manera, las necesidades del hombre. No olvidando adaptar la actividad a las capacidades y limitaciones de los usuarios, y no a la inversa como suele ocurrir con mucha frecuencia.

### 3.3 Antropometría

#### 3.3.1 Definición y conceptos

El término antropometría proviene el griego anthropos (hombres) y metrikos (medida), lo que viene a significar "medidas del hombre"; es la subrama de la antropología biológica o física la cual le dio origen a esta disciplina. Se refiere al

estudio de las dimensiones y medidas humanas, mediante la evaluación sistemática y el análisis estadístico de las mediciones obtenidas, con el propósito de comprender los cambios físicos del hombre y las diferencias entre sus razas y subrazas.

Al respecto comenta Mondelo y Gregorio (1994):

Es una disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, estudia las dimensiones tomando como referencia distintas estructuras anatómicas, y sirve de herramienta a la ergonomía con objeto de adaptar el entorno a las personas.

Esta ciencia permite medir longitudes, anchos, grosores, circunferencias, volúmenes, centros de gravedad y masas de diversas partes del cuerpo, las cuales tienen diversas aplicaciones.

Actualmente, la antropometría cumple una función importante en áreas como; el diseño industrial, la industria de diseños de vestuario, la ergonomía, la biomecánica y en la arquitectura, donde se emplean datos estadísticos sobre la distribución de medidas corporales de la población para optimizar los productos.

### **3.3.2 Clasificación de la Antropometría**

La antropometría nos permite conocer propiedades geométricas del hombre, como lo es el volumen espacial ocupado por un cuerpo, así como las posibilidades de alcance de un objeto mediante un movimiento.

La aplicación antropométrica se puede considerar estructurada en dos fases diferentes y complementarias, que son: la antropometría estática o estructural y la antropometría dinámica o funcional.

La Antropometría estática se basa en las medidas efectuadas sobre el ser humano en diferentes posiciones y sin movimientos, las cuales dependen de:

- La talla, peso, etc.
- El sexo, la edad, el medio social, el país de origen, etc.
- La ropa

La Antropometría dinámica valora los movimientos como sistemas complejos independientes de la longitud de los segmentos corporales; considera las posiciones resultantes de dichos movimientos. Este tipo de antropometría va ligada a la biomecánica.

El esqueleto es análogo a los eslabones articulados, sujetos por resorte (músculos). Las posibilidades de diferentes articulaciones permiten definir las zonas de confort que corresponden a los ángulos intersegmentarios; las zonas de presión quedan definidas por la longitud de los segmentos que separan los centros articulados del cuerpo humano y por los ángulos de confort entre cada eslabón.

## **CAPÍTULO IV**

### **INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

#### **INTRODUCCIÓN**

Muchos han sido los autores que han propuesto métodos de investigación, que de manera sistemática permitan llegar a la solución o soluciones requeridas, teniendo como punto de partida, las problemáticas, necesidades o inquietudes que el ser humano demande. Para llegar a proponer soluciones de diseño de la problemática se desarrollaron los puntos que a continuación se enuncian.

#### **4.1 Encuesta de investigación**

Dentro de la investigación de campo, se realizaron encuestas en clínicas particulares y del sector público, hospitales y casas habitación, ubicadas en el Estado de México, buscando con ello personas con estancias prolongadas en cama, ya sea por algún tipo de discapacidad o enfermedad, con el objetivo de obtener información que sirviera para generar parámetros o puntos a considerar para realizar de manera eficaz y eficiente la mejor propuesta de diseño.

En un principio se trabajó con una encuesta (ver anexo 1), la cual no fue la más adecuada debido a que en ella se abordaban de manera muy directa las preguntas y al final la información recopilada no servía de mucho para los fines y objetivos deseados.

Es importante comentar que la información en estos lugares ya mencionados no es fácil que la proporcionen, debido a que en muchas ocasiones, personas utilizan como pretexto este tipo de temas con la intención de tener acceso a estos lugares y al final recaudar información totalmente ajena a la que en un principio comentaron,

afectando con ello la reputación de dichos lugares (clínicas y hospitales, principalmente). Derivando la desconfianza a proporcionar acceso e información.

Al observar que en el primer intento de recopilar información con la encuesta ya mencionada no se obtenían los resultados esperados, se optó por generar con base en esta primera, una segunda encuesta (ver anexo 2), en la cual los resultados fueron mejores e ideales a los fines y objetivos buscados, logrando con ello tener un panorama más amplio de las necesidades de las personas que presentan dichas problemáticas, ya que también se pretendió tener contacto directo con estas personas así como con las que se encargan de su cuidado.

#### **4.2 Variables a controlar en el diseño del sistema**

Con base en los resultados obtenidos de las encuestas realizadas, a continuación se enuncian las variables a controlar en la propuesta de diseño de dicho sistema.

- Posiciones por decúbito y verticalización del paciente en el sistema.
- Tiempos programados de forma automatizada para las diferentes posiciones del usuario y del sistema.
- Condiciones ergonómicas y antropométricas del usuario.
- Materiales y accesorios utilizados que ayuden a evitar las úlceras por presión.
- Materiales apropiados que ofrezcan la resistencia o propiedades mecánicas necesarias para evitar posibles deformaciones o rupturas en los componentes del sistema, debido a las cargas que van a existir en él.

#### 4.2.1 Posiciones por decúbito y verticalización del usuario

El realizarle a un paciente (con estancias prolongadas en cama) cambios de postura de manera frecuente, permitirá que los puntos de presión en las diferentes zonas del cuerpo no generen problemas de circulación del torrente sanguíneo así, como también problemas de humedad, propiciando con esto la aparición de dichas úlceras.



**Figura 15. Cambio de postura por decúbito**

Fuente: Londoño, (2005).

Otros de los problemas que se pretenden ayudar a evitar con los diferentes cambios de postura son los problemas digestivos, articulares y deformaciones de la columna vertebral, que una rama de la medicina (Geriatría) los considera como síndromes geriátricos.

Con el apoyo de las nuevas tecnologías utilizadas en ingeniería mecánica, ingeniería electrónica y el diseño, se pretende desarrollar los mecanismos necesarios, a través de eslabones, engranes, rodamientos, controladores lógicos

programables (por sus siglas en Inglés: *PLC's*), software de diseño, etcétera, que permita obtener como resultado un sistema que cumpla de manera eficaz y eficiente los diferentes cambios de postura ya que es un parámetro de vital importancia en el diseño de dicho sistema.

#### **4.2.2 Tiempos programados de forma automatizada para las diferentes posturas del usuario.**

Se considera dentro de la investigación de campo que se ha realizado, que los intervalos de tiempo para cambios de postura por decúbito de personas que presentan estas características de sedentarismo en clínicas consultadas, varían de 1 a 2 horas y para el caso de enfermos en casas habitación oscila en periodos de hasta 3 horas. Cabe mencionar que los cambios de postura por decúbito o verticalización de los usuarios se puede llevar a cabo de manera automatizada, considerando en este concepto, la programación de los periodos de duración de los tiempos entre cada postura, a través de *PLC's*.

Un *PLC* es un sistema electrónico programable diseñado para ser usado en un entorno industrial, que utiliza una memoria electrónica para el almacenamiento interno de instrucciones requeridas por el usuario, para implantar soluciones específicas tales como, funciones lógicas, secuencia, temporización recuentos y funciones aritméticas con el fin de controlar mediante entradas y salidas digitales y análogas diversos tipos de máquinas o procesos.

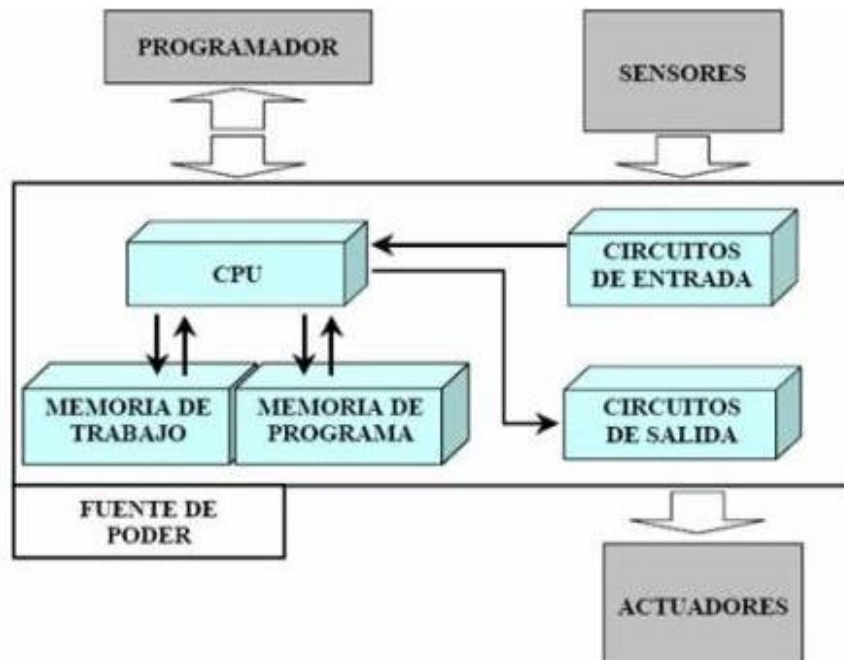




**Figura 16. Controlador Lógico Programable**

Fuente: Siemens

Un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tareas o circuitos impresos, sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos. Es básicamente un computador y por lo tanto posee la estructura interna típica del mismo, conformada por tres elementos principales, tal como se muestra en la Figura 17.



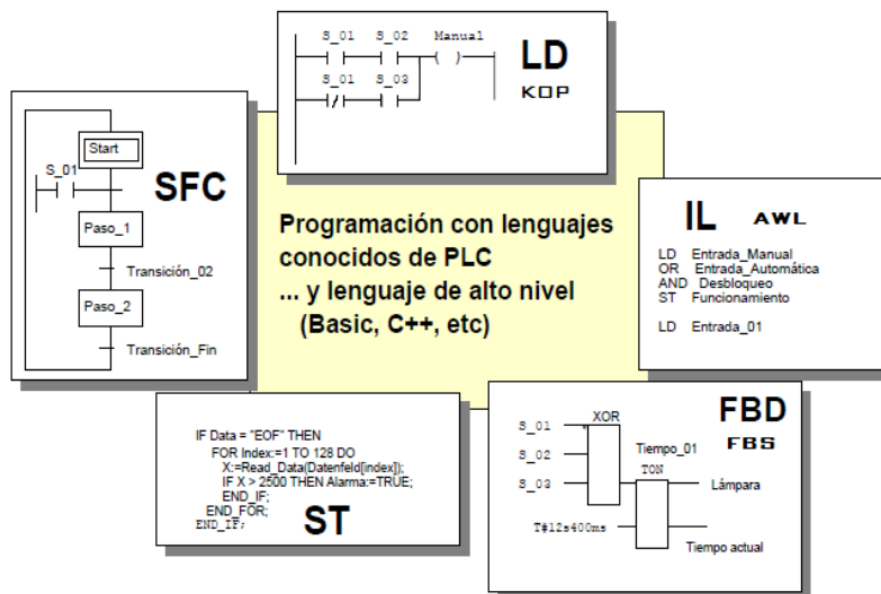
**Figura 17. Estructura básica de un PLC**

Fuente: Sucre, (2006).

Para realizar la selección correcta de un *PLC*, se consideran criterios tales como:

- Capacidad de entradas y de salidas. Esto depende de las características del PLC, por ejemplo, un PLC de SIEMENS S7-214, tiene 14 entradas y 10 salidas digitales.
- Módulos funcionales (análogos, digitales, comunicación,..)
- Cantidad de programas que puede ejecutar al mismo tiempo (multitarea).
- Cantidad de contadores, temporizadores, banderas y registros.
- Lenguajes de programación.
- Capacidad de realizar conexión en red de varios *PLC*.
- Respaldo de la compañía fabricante del PLC, servicio y repuestos.
- Compatibilidad con equipos de otras gamas.

La selección del lenguaje de programación depende de la experiencia del programador, de la aplicación concreta, del nivel de la aplicación, de la estructura del sistema de control, y el grado de sistema comunicación con otras dependencias o sistemas.



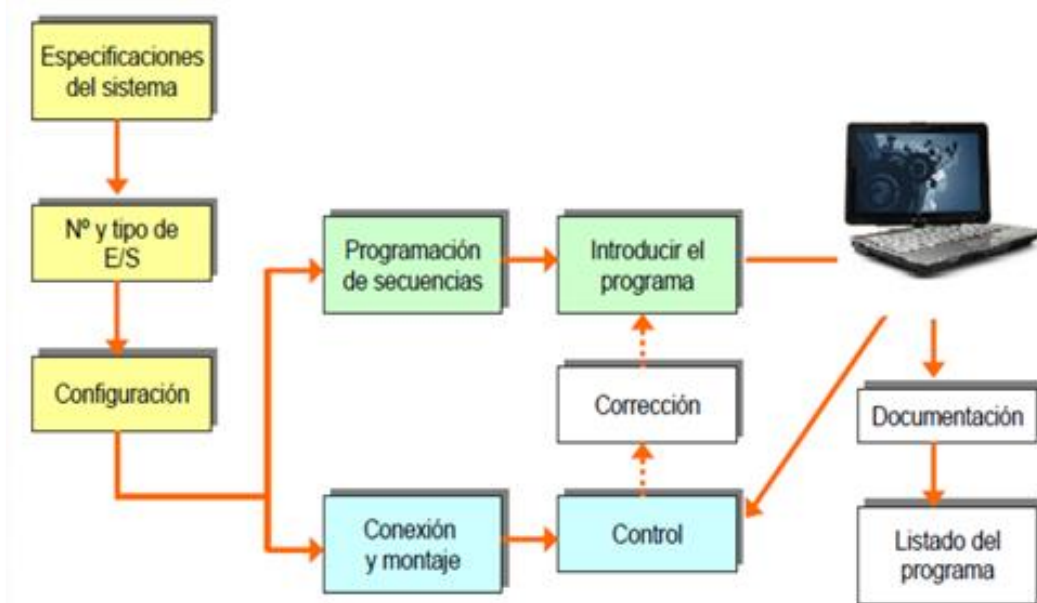
**Figura 18. Lenguajes de programación**

Fuente: Harvey, (2009).

El uso y aplicación de este tipo de sistemas electrónicos proporciona las siguientes ventajas:

- Control más preciso.
- Mayor rapidez de respuesta.
- Flexibilidad Control de procesos
- Seguridad en el proceso.
- Mejor monitoreo del funcionamiento.
- Menor mantenimiento.
- Detección rápida de averías
- Posibilidad de modificaciones sin elevar costos.
- Menor costo de instalación, operación y mantenimiento.
- Posibilidad de gobernar varios actuadores con el mismo autómata.

Con el siguiente diagrama de bloques se representa la forma o proceso del desarrollo de la aplicación de *PLC's* a proyectos.



**Figura 19. Desarrollo de un proyecto con PLC**  
Fuente: Calfio, (2011).

### **4.2.3 Condiciones ergonómicas y antropométricas del usuario.**

Como se ha comentado con anterioridad, la ergonomía busca la armonía entre la máquina, los usuarios y el medio ambiente, buscando obtener sistemas que ofrezcan; confort, seguridad, eficiencia, etcétera. Para ello es de vital importancia considerar las características ambientales y antropométricas del medio y personas relacionadas con el sistema.

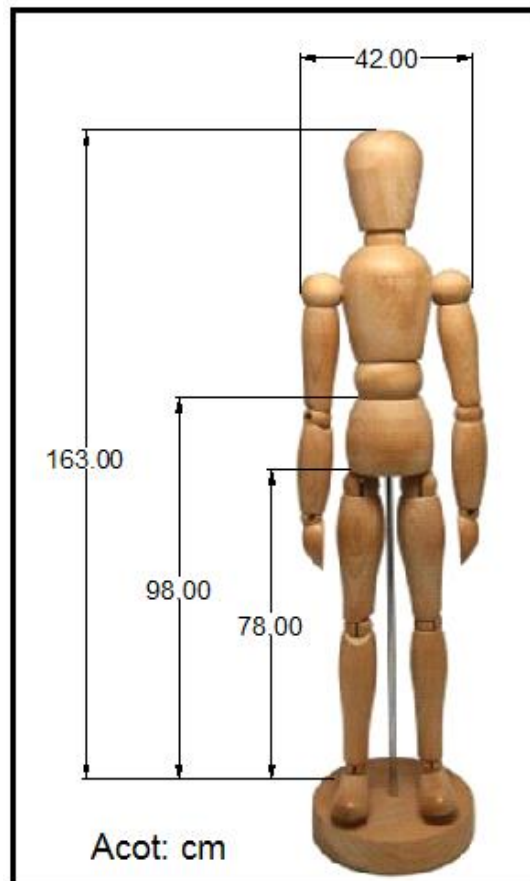
Con respecto al diseño ergonómico y antropométrico comenta Mondelo (1999):

"A la hora de diseñar antropométricamente un mueble, una máquina, una herramienta, un puesto de trabajo con visualizadores (displays) de varias formas, controles, etc... podemos encontrar uno de estos tres supuestos:

1. Que el diseño sea de una persona específica.
2. Que sea para un grupo de personas.
3. Que sea para una población numerosa". (p. 65)

Con base en lo anterior, para el desarrollo del diseño se consideró a un usuario de sexo masculino de 45 años de edad, un peso aproximado de 55 kg y las dimensiones antropométricas estructurales que se muestran en la figura 4.6.

A partir de estas dimensiones, se realizará el concepto de diseño del sistema, buscando desarrollar varios conceptos con la intención de tener opciones que permitan realizar la mejor selección.



**Figura 20. Dimensiones antropométricas estructurales del paciente**  
 Fuente: J. Bernardo Torres (2012).

#### **4.2.4 Sistemas, colchones, protectores y accesorios utilizados que ayuden a evitar las úlceras por presión.**

Hoy en día, gracias a las nuevas tecnologías se tiene una gran variedad de sistemas y accesorios que permiten ayudar a prevenir las úlceras por presión. La Ingeniería de Materiales es una ciencia dinámica que aporta importantes innovaciones en la tecnología de éstos, buscando mejorar propiedades o características tales como; térmicas, físicas, mecánicas, de higiene, de confort, etcétera.

Dentro de la búsqueda de sistemas que ayuden a evitar problemáticas en personas con estancias prolongadas en cama, se ha encontrado una variedad de productos

en el mercado nacional, como por ejemplo camas articuladas que van desde sistemas sencillos o básicos como se muestra en la Figura 21 a sistemas más complejos como se muestran a continuación.



**Figura 21. Cama articulada con colchón antillagas**  
Fuente: iBazar

En la siguiente cama de la Figura 22, se observa que el tipo de cama articula presenta también la opción de colocar al paciente en posición sedente, igual que en la figura anterior.



**Figura 22. Cama articulada con colchón antillagas**  
Fuente: ortopediaplaza

La cama de la siguiente Figura 23, permite que el paciente tenga posición sedente así como también movimientos alternativos en las piernas.



**Figura 23. Cama articulada con colchón antillagas**

Fuente: Ortopediamimas

El último sistema de cama articulada mostrado en la siguiente Figura 24, también permite al paciente tener posición sedente. Se puede observar que los sistemas presentan la misma función desde perspectivas diferentes con base en su diseño. Así como también que el común denominador de estos sistemas es el tipo de colchón o superficie que está en contacto con el paciente.



**Figura 24. Cama articulada con colchón médico antiescaras de aire dinámico (multimodal células tubulares)**

Fuente: ArjoHuntleigh

Una familia de materiales que sin duda alguna ofrece propiedades o características ideales en los sistemas para personas con estancias prolongadas en cama, es la de los *polímeros*, entre ellos se tiene a los *poliuretanos*, aplicados en productos tales como:

- ***Colchón médico antiescaras de espuma (poliuretano, en estructura de moldes)***

Estos productos son fabricados con espumas de alta calidad conocidas por ser cruciales para prolongar la vida útil del colchón. La gama de productos ha sido desarrollada basada en conceptos de diseño establecidos y estrictamente probados para asegurar confort y rendimiento a largo plazo.



**Figura 25. Colchón de espuma antiescaras**

Fuente: Ortopedia a domicilio

- ***Colchón Antillagas De Presión Alterna Con Motor Y Regulador***

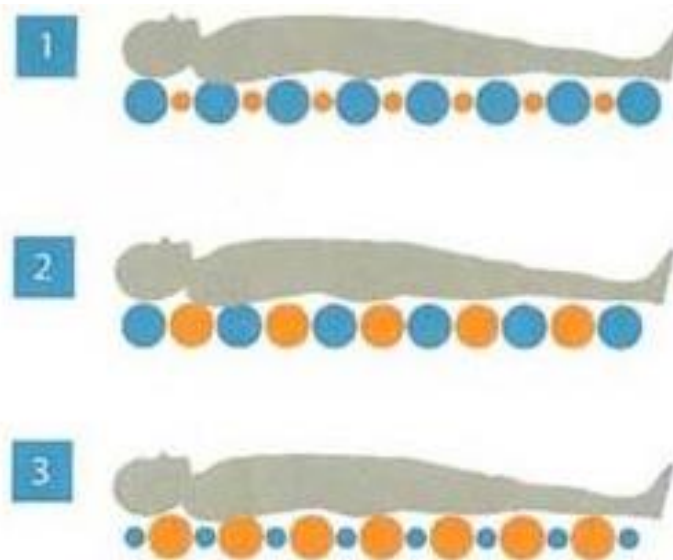
Este colchón se disminuye considerablemente las heridas en el cuerpo del paciente causadas por la presión que se genera en las zonas de apoyo.





**Figura 26. Colchón antillagas de presión alterna con motor y regulador**  
Fuente: Health Depot, (2012)

El colchón viene en forma de rombos, el motor infla la mitad de esos rombos, uno si, uno no, uno si, otro no, después de unos 2 minutos los rombos que estaban inflados se desinflan y los que estaban desinflados se inflan, ese movimiento hace una especie de masaje en el paciente para que no le salgan llagas, ya que la falta de circulación es lo que provoca la aparición de llagas, si tiene circulación no aparecen, se llama de presión alterna porque alterna la presión en los rombos.



**Figura 27. Circulación alterna de aire en el sistema**  
Fuente:Ortopedia y Cirugía Gorgo, (2012).

- **Colchón médico antiescaras de aire dinámico (multimodal, células tubulares)**

El colchón médico antiescaras de aire dinámico (multimodal, células tubulares) proporciona comodidad al paciente sin afectar el funcionamiento del control de presión automático. Entre capa de la espuma y las células de aire, una presión que detecta el cojín existe que identifica la presión del peso del paciente y aumenta o disminuye el aire en las células automáticamente.



**Figura 28. Colchón médico antiescaras de aire dinámico (multimodal células tubulares)**  
Fuente: ArjoHuntleigh

También se utilizan colchones de agua, colchones y almohadas de gel, que tienen la propiedad de distribuir los puntos de presión del usuario.

- **Protectores antiescaras**

Las Botas, Taloneras y Elementos Antiescaras dan una prevención efectiva para úlceras de presión. Proporcionan alivio del dolor y terapia térmica en casos de artritis, recuperación post-operatoria, molestias reumáticas y lesiones deportivas. Esto lo podemos observar en las Figuras 29, 30 y 31, respectivamente



**Figura 29. Talonera antiescaras**  
Fuente: Dismovil



**Figura 30. Codera antiescaras**  
Fuente: Dismovil



**Figura 31. Rodillera antiescaras**

Fuente: Dismovil

Una parte del cuerpo humano también sensible a la aparición de úlceras por presión es la cabeza, es por ellos que utilizar almohadas especiales ayuda a evitar dichas úlceras. Este tipo de almohadas se pueden observar en la siguiente Figura 32.



**Figura 32. Almohada con agujero para escaras en la oreja**

Fuente: Ortopedia plaza

Así como se utilizan para la prevención de úlceras por presión sistemas con tecnología avanzada, también se encontrará en el proceso de esta investigación

que las personas que tienen pacientes en casa habitación, utilizan accesorios hechos por ellos mismos con elementos naturales, - hay que recordar que este tipo de problemáticas no es nueva y que la discapacidad en la mayoría de las ocasiones va ligada con la pobreza - por ejemplo;

- Las almohadillas de gel son sustituidas por almohadillas de semillas tales como; alpiste, arroz, frijol, lenteja y en ocasiones de polímero granulado.



**Figura 33. Almohada de semillas**

Fuente: Blanquería.

- Los colchones a base de espuma de poliuretano, gel, agua o aire son sustituidos por zalea de borrego; ya que crea un colchón de aire natural, permitiendo "respirar" a la piel, lo que disminuye la sudoración y proporciona un alivio en zonas de alta presión y de piel sensible.

Debido a sus propiedades especiales, químicas y físicas; la lana permite mantener el cuerpo caliente y seco, evita de esta forma las irritaciones de la piel. Otras características importantes son: no huele, es higiénico, no guarda bacterias y puede ser lavado en casa sin perder sus propiedades.

Las zaleas de borrego (ver Figura 25), han resultado bastante eficientes y eficaces para estas personas, al grado que muchas de ellas han sustituido los colchones de aire, agua, gel, etcétera, por estos elementos naturales, guardando y dejando en el olvido los de tecnologías más recientes.

Es por ello que en el diseño del sistema automatizado se considera el uso de las zaleas de borrego.



**Figura 34. Zaleas de borrego**  
Fuente: Aravesol, (2009)

**4.2.5 Materiales apropiados que ofrezcan la resistencia o propiedades mecánicas necesarias para evitar posibles deformaciones o rupturas en los componentes del sistema, debido a las cargas que van a existir en él.**

Este punto es de vital importancia, ya que la mala selección de estos materiales para la elaboración de la estructura del sistema, repercutirá de forma directa en las deformaciones o posibles rupturas del mismo.

Para el diseño del sistema se utilizará perfil de acero estructural, que es un producto de los más reciclados en nuestro país. Es un material básico utilizado en la construcción de estructuras, tales como edificios industriales y comerciales, puentes y muelles. Es un producto de la aleación de hierro del 98 por ciento aproximadamente, y pequeñas cantidades de otros elementos tales como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que le aportan características específicas. Está disponible en un rango de categorías agrupadas de acuerdo a las propiedades mecánicas, la capacidad de soldadura, la resistencia a la corrosión, la maleabilidad y el costo.

Se produce en una amplia gama de formas y grados, lo que permite una gran flexibilidad en su uso. Es relativamente barato y es el material más fuerte y más versátil disponible para la industria de la construcción.

Con base en lo anterior, se busca incluir en el desarrollo del diseño, materiales estandarizados, lo que se reflejará no sólo en la función de estos, sino también en aspectos como costos y reducción del mantenimiento del mismo.

# CAPÍTULO V

## DESARROLLO Y RESULTADOS DE LAS PROPUESTAS DE DISEÑO

### INTRODUCCIÓN

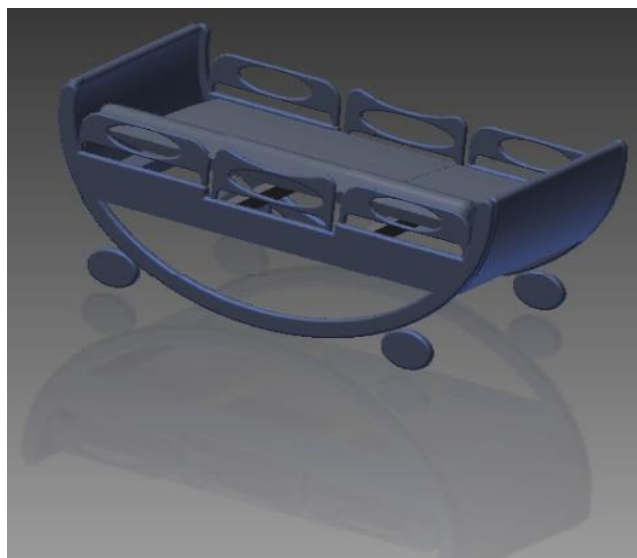
En el presente capítulo se proporcionaran las propuestas de diseño (utilizando programas CAD 3D como Inventor y Autocad), una matriz de ponderación para seleccionar el mejor concepto, así como un análisis de esfuerzos por medio de elementos finitos para este, utilizando las nuevas tecnologías para ello.

#### 5.1 Alternativas de solución.

A continuación se presentan tres propuestas de solución de acuerdo a como se fueron desarrollando los conceptos de diseño, las cuales son:

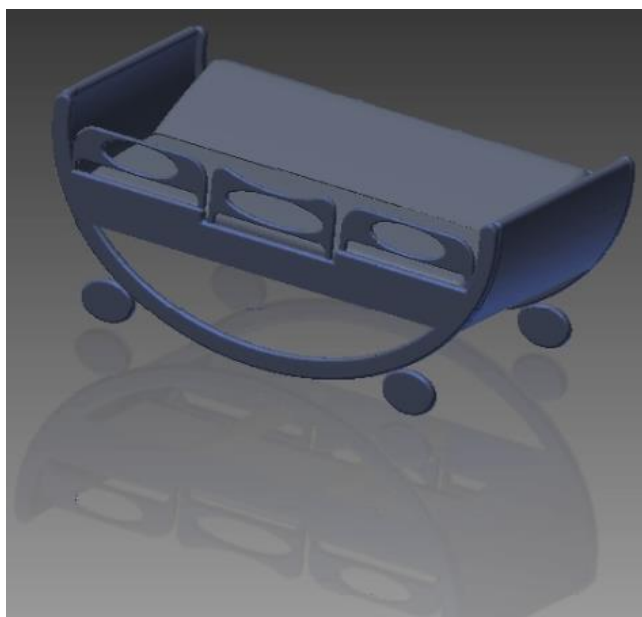
##### Propuesta de solución "A"

En esta primera propuesta se consideran movimientos para posiciones por decúbito para el usuario, como se muestran en la Figura 26 y Figura 27.



**Figura 35. Posición por decúbito lateral izquierdo**  
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

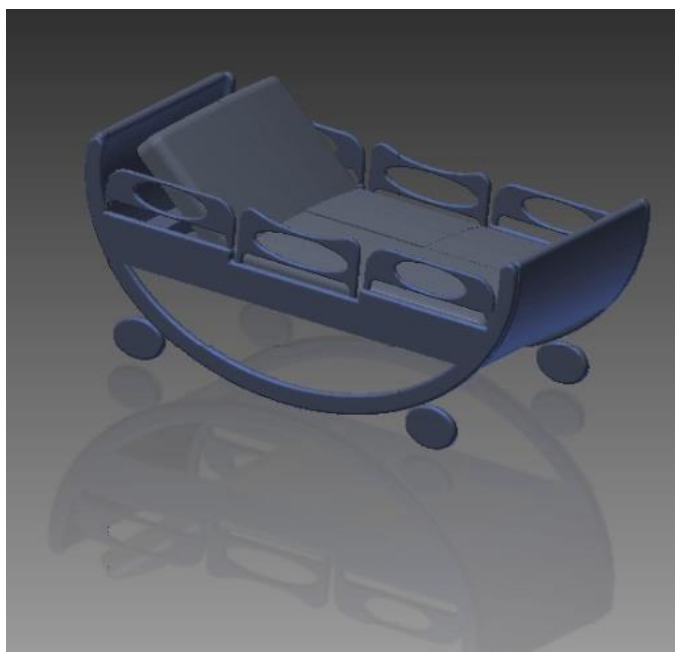




**Figura 36. Posición por decúbito lateral derecho**

Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

Otra postura que también se consideró en este concepto, es la posición sedente del usuario, como se muestra en al siguiente Figura 28.



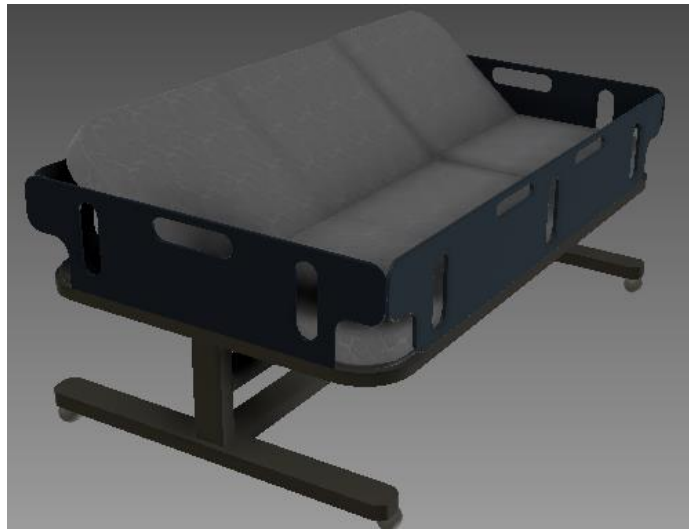
**Figura 37. Posición sentada del usuario**

Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

Cabe mencionar que en este diseño no se consideró la verticalización del usuario.

### **Propuesta de solución "B"**

En esta segunda propuesta se desarrolla otro concepto de diseño, pretendiendo también considerar las diferentes posturas por decúbito lateral como se muestra en la Figura 38 y Figura 39.



**Figura 38. Posición por decúbito lateral izquierdo**  
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).



**Figura 39. Posición por decúbito lateral derecho**  
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

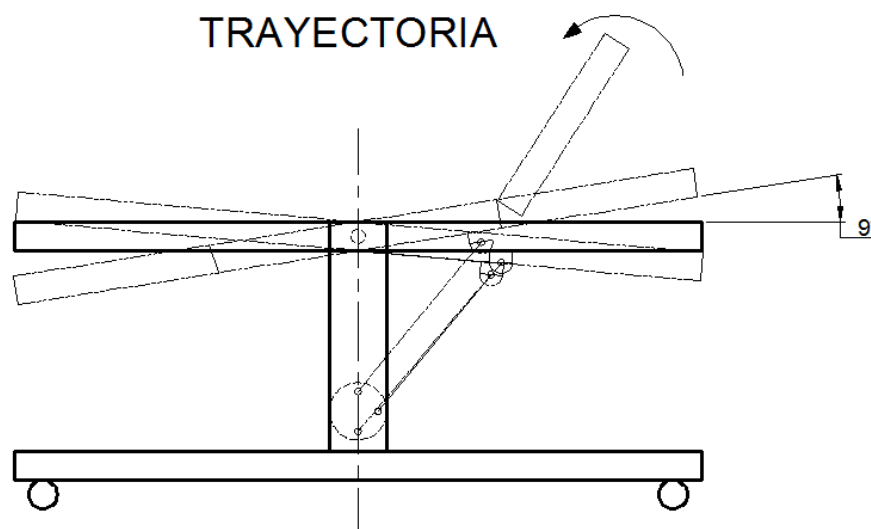
La postura de posición sedente del usuario, también es considerada en este concepto de diseño.



**Figura 40. Posición sentada del usuario**

Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

En la siguiente figura 41 se presenta una vista lateral del sistema que permite visualizar la trayectoria de la superficie para lograr las posturas por decúbito necesitadas.



**Figura 41. Trayectoria de inclinación para posiciones por decúbito**

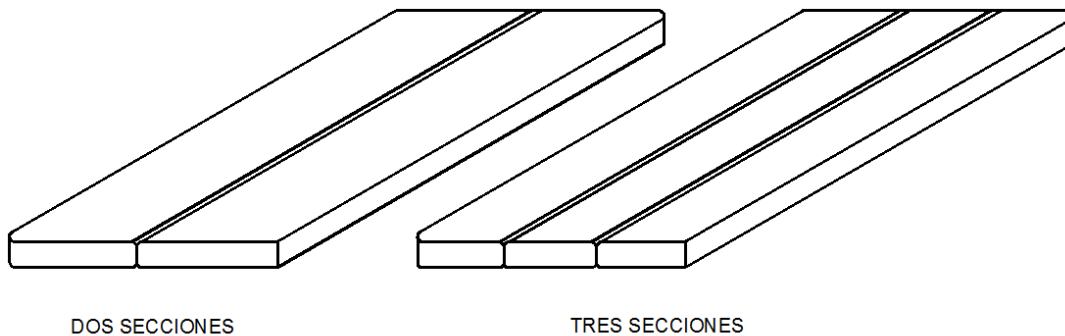
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

## Propuesta de solución "C"

Buscando mejorar las propuestas de diseño anteriores, se genera esta tercera propuesta de solución. Difiere en las otras dos propuestas con relación a su forma, más sin embargo coinciden en el principio de funcionamiento de colocar a las personas en posturas por decúbito y verticalización del usuario.

El concepto de verticalización del usuario es considerado en este diseño, ya que por sus características geométricas lo permite llevar a cabo.

Para generar los cambios de postura del usuario de manera más eficaz, se propone que en lugar de estar seccionada en dos partes a lo ancho de la superficie, en donde va a estar en contacto el usuario, sea en tres partes, como se muestra en la siguiente Figura 42.



**Figura 42. Sección de las superficies en contacto con el usuario**  
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

Para llegar a esta conclusión se trabajó con un modelo sencillo pero bastante práctico; simulando con papel cascarrón la superficie de contacto con el usuario y un muñeco simulando a este último. Los resultados obtenidos con este análisis fueron de vital importancia, ya que permitió tener una idea más clara del comportamiento de la postura resultante del usuario al momento de generar los movimientos rotacionales de esta superficie "seccionada y articulada".

Para obtener, por ejemplo la posición por decúbito lateral derecho; el primer paso será rotar la sección del lado del brazo izquierdo del usuario, aproximadamente un ángulo de  $45^\circ$  (ver Figura 47), y posteriormente se hace girar la sección articulada de en medio del sistema, un ángulo aproximado de  $25^\circ$  (ver Figura 43 y Figura 44). Como ya se comentó, el dividir la superficie de contacto en tres secciones articuladas permitirá ser más eficaces los cambios de postura por decúbito (lateral derecho y lateral izquierdo).

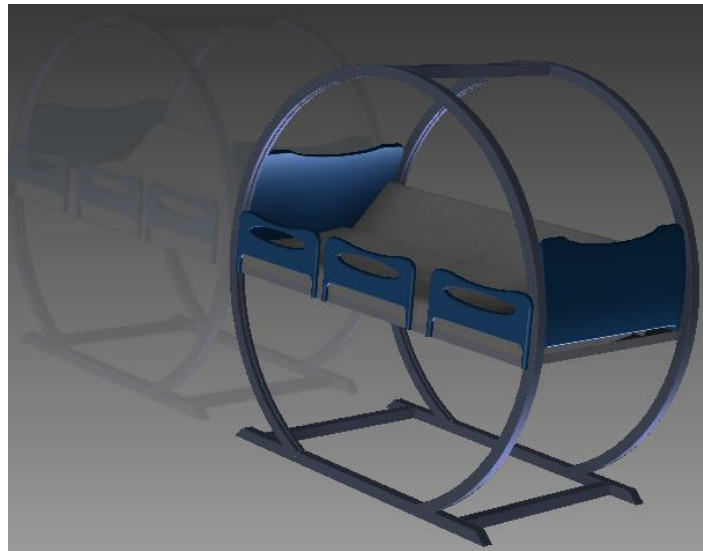


**Figura 43. Primer paso para posición de decúbito lateral derecho**  
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).



**Figura 44. Segundo paso para posición de decúbito lateral derecho**  
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

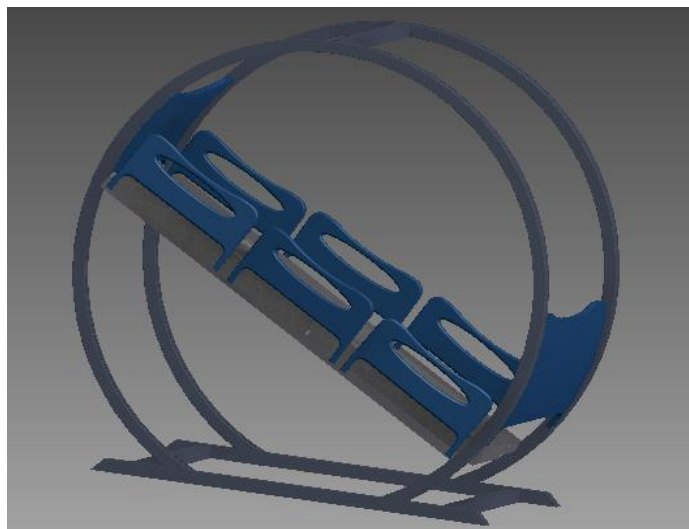
Con base a lo anterior, la tercera propuesta de solución quedará de la siguiente manera:



**Figura 45. Posición por decúbito lateral**

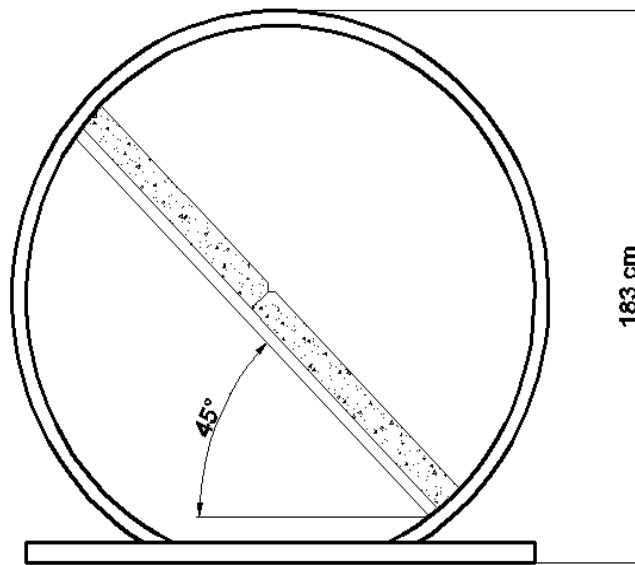
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

El cambio de posición por decúbito lateral derecho o izquierdo funciona de manera análoga, con base en esto en la figura anterior (Figura 45) sólo se muestra una posición lateral. Este diseño permite verticalizar al usuario hasta una posición de 45°, como se muestra en la Figura 46 y Figura 47.



**Figura 46. Verticalización del usuario**

Fuente: J. Bernardo Torres (2013).



**Figura 47. Ángulo máximo de inclinación del usuario**

Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

## 5.2 Evaluación de las propuestas de solución.

Con base en las diferentes propuestas de diseño desarrolladas, estas se evaluaron a través de una matriz de selección o ponderación, con el objetivo de seleccionar la mejor opción de diseño.

Para llevar a cabo esta matriz de selección, se utilizaron los siguientes criterios de evaluación:

- Variedad de posiciones del usuario
- Eficacia para lograr las diferentes posiciones del usuario
- Costos de fabricación, mantenimiento y automatización

La escala de puntaje para estos criterios, estará en el rango de 0 a 5.

**Tabla 3. Matriz de selección o ponderación**

<b>Criterio de evaluación</b>	<b>Solución Propuesta A</b>	<b>Solución Propuesta B</b>	<b>Solución Propuesta C</b>
I. Variedad de posiciones del usuario	4	4	5
II. Eficacia para lograr las diferentes posiciones del usuario	4	4	5
III. Costos de fabricación, mantenimiento y automatización	3	3	3
<b>Puntaje Total</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>13</b>
<b>Alternativa elegida</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

Con base en la matriz de selección o ponderación realizada, la solución que muestra el mayor puntaje es la propuesta de diseño "C".

### **5.3 Análisis de esfuerzos por elementos finitos**

La técnica de Análisis por Elementos Finitos, (por sus siglas en inglés FEA) consiste en dividir la geometría en la que se quiere resolver una ecuación diferencial de un campo escalar o vectorial en un dominio, en pequeños elementos, teniendo en cuenta unas ecuaciones de campo en cada elemento, los elementos del entorno de vecindad y las fuentes generadoras de campo en cada elemento.

Habitualmente, esta técnica es muy utilizada en el ámbito de la ingeniería debido a que muchos problemas físicos de interés se formulan mediante la resolución de una ecuación diferencial en derivadas parciales, a partir de cuya solución es posible



modelar dicho problema (transmisión del calor, electromagnetismo, cálculo de estructuras, etcétera).

Esta técnica se encuentra automatizada en las herramientas de software comerciales, llamadas herramientas de análisis por elementos finitos para problemas físicos tanto de propósito general, como aplicados a problemas físicos particulares.

Una variedad de especializaciones bajo el ámbito de la ingeniería mecánica tal como lo es la aeronáutica, biomecánica, y la industria automotriz, todas comúnmente usan el análisis de elementos finitos integrado en el diseño y desarrollo de sus productos.

En una simulación estructural el análisis de elementos finitos ayuda a producir visualizaciones de rigidez y fuerza y además ayuda a minimizar peso, materiales y costos. El análisis de elementos finitos permite una detallada visualización, en donde las estructuras se doblan o tuercen, e indica la distribución del esfuerzo y los desplazamientos.

Los programas computacionales de análisis de elementos finitos proveen un amplio rango de opciones de simulación para controlar la complejidad del modelado y el análisis de un sistema. De forma similar, el nivel deseado de precisión y los requerimientos de tiempo computacional asociados pueden ser manejados simultáneamente para atender a la mayoría de las aplicaciones de ingeniería.

Aprovechando estas nuevas tecnologías, se mostrarán los resultados obtenidos al realizarle un análisis de esfuerzos a la propuesta de solución seleccionada, la cual fue la opción "C", permitiendo con esto visualizar las ventajas y propiedades mecánicas. Para el desarrollo de la simulación, se utilizó el software Autodesk Inventor Profesional 2013.

El sistema debe de soportar las cargas del propio peso del material, así como también el peso del usuario. Debemos de considerar que las cargas colocadas en el sistema deben de estar en Newton (N). Para obtener estas unidades se deben de multiplicar la masa en kg, por el valor de la aceleración de la gravedad;

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$ . Por ejemplo:

$$1 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 9.81 \text{ N}$$

Para realizar el análisis de esfuerzos por elemento finito correspondiente, se consideraron características como: materiales de los componentes del sistema, posición y dirección de la carga aplicada así como también el valor numérico de estas.

- *Materiales de la estructura del sistema automatizado.* Los materiales considerados en la estructura del sistema automatizado son de acero estructural, tales como; ángulo de lados iguales de 1-1/2 pulgadas por 3/16 pulgadas de espesor, solera de 1-1/2 pulgadas por 3/16 pulgadas de espesor y perfil estructural. Estos materiales son de bajo porcentaje de contenido de carbono (tienen un rango de 0% de contenido de carbono a 0.03% de contenido de carbono). También ofrecen excelentes características mecánicas como son la ductilidad y tenacidad, es decir; la capacidad de los materiales que bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse sosteniblemente sin romperse permitiendo obtener alambres o hilos de dicho material y la propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades, respectivamente.

Para la unión de la estructura, se considera la aplicación de soldadura por arco eléctrico, a través de electrodos E6013, ya que esta soldadura presenta una resistencia a la tracción de 60,000 libras por pulgada cuadrada, suficiente para la unión de la estructura del sistema. Otras características importantes, es que se puede soldar con amperajes relativamente bajos, produce

cordones de superficie suave, de aspecto liso y limpio con poca penetración, características ideales para la unión de la estructura.

Una de las ventajas de estos programas de análisis de elementos finitos, es que consideran materiales estandarizados cuyas propiedades físicas y químicas vienen de manera integral en el programa, al momento de hacer la selección de estos materiales. En la siguiente Tabla número 4, se aprecian dichas características físicas y químicas de la estructura del sistema. Se ha considerado en el programa de análisis por elemento finito acero suave como material para la estructura del sistema de automatización, ya que este por sus propiedades físicas y químicas es análogo al acero estructural.

**Tabla 4. Propiedades físicas y químicas del acero suave**

☐ **Material(s)**

Name	Steel, Mild	
General	Mass Density	7.86 g/cm <sup>3</sup>
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	220 GPa
	Poisson's Ratio	0.275 ul
	Shear Modulus	86.2745 GPa
Stress Thermal	Expansion Coefficient	0.000012 ul/c
	Thermal Conductivity	56 W/( m K )
	Specific Heat	460 J/( kg c )
Part Name(s)	BASE CIRCULAR BASE CIRCULAR BASE HTAL BASE HTAL REFUERZO SUPERIOR REFUERZO SUPERIOR BASE DE COLCHON BISS REFUERZO SUPERIOR	

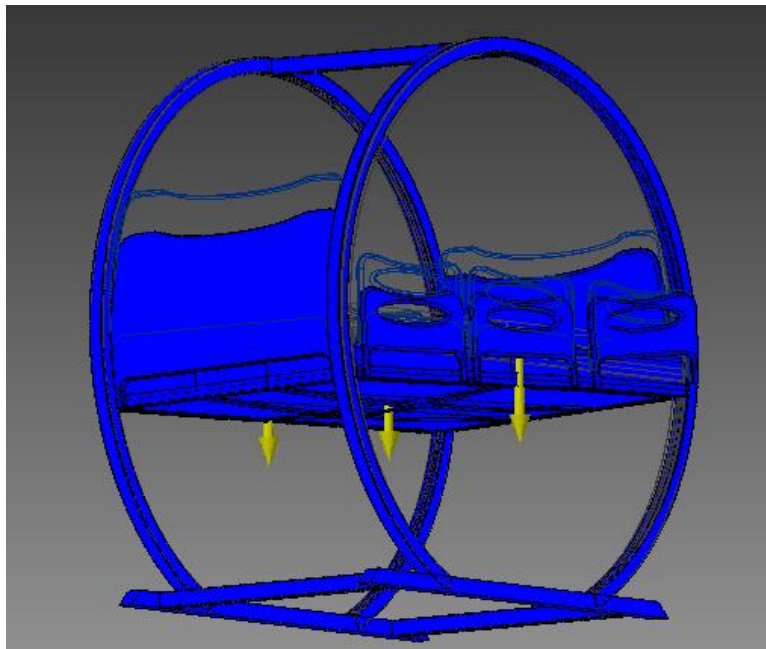
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

Un aspecto de vital importancia en el análisis de esfuerzo (de Von Misses) por elementos finitos, es considerar de manera adecuada la posición y

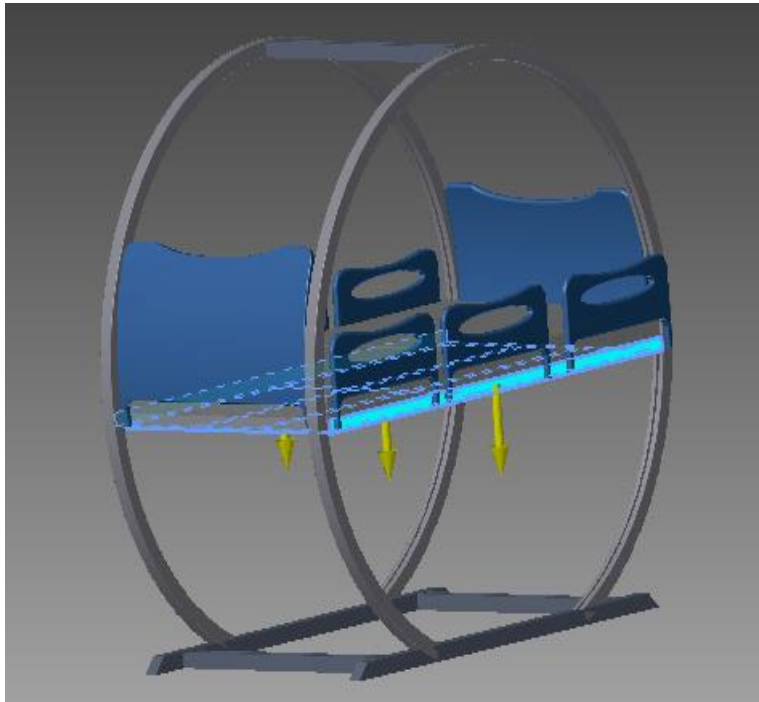
dirección de la carga o cargas aplicadas al sistema así como el valor numérico de estas:

- *Posición y dirección de la carga aplicada.* Este punto es muy importante, ya que si no se hace una selección adecuada del lugar o lugares así como la dirección de esta, el resultado del análisis no serviría de mucho ya que hay que considerar la naturaleza de las cargas (compresión, tensión, momento, etcétera) y las zonas de trabajo del sistema.

La posición o lugar donde se colocaron las cargas fue bajo el criterio de ubicar los puntos más críticos en donde el sistema presentara flexiones o deformaciones de los elementos de este, ya que pensando físicamente en el sistema, el usuario estaría posicionado en ese lugar, obviamente el tipo de carga del usuario correspondería a una carga distribuida en toda el área que abarque esta persona, más sin embargo el análisis estático de esfuerzos por elementos finitos, se desarrolló como cargas puntuales, lo cual es más predecible que haya deformaciones en el sistema, (ver Figura 48 y Figura 49).



**Figura 48. Posición y dirección de las cargas aplicadas**  
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).



**Figura 49. Cargas puntuales aplicadas al sistema**

Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

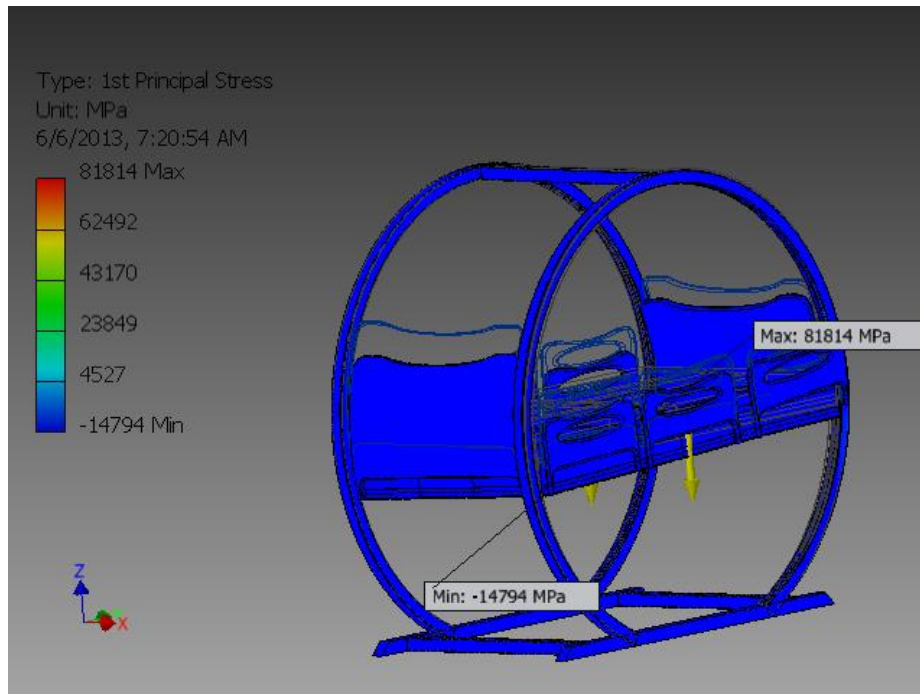
- Valor numérico de la carga. La carga colocada al sistema corresponde al peso que va a soportar, para este caso sería el peso del usuario, el cual tiene una masa de 65.000 Kg aproximadamente, equivalente a un peso o carga de 637.50 N. Sin embargo en el análisis se trabajó con 1962.00 N, (200.000 kg), es decir 300% más del peso del usuario.

Como resultado del análisis de esfuerzos, considerando los puntos anteriores, obtenemos los siguientes resultados:

### **5.3.1 Resultado de análisis de esfuerzos de Von Misses**

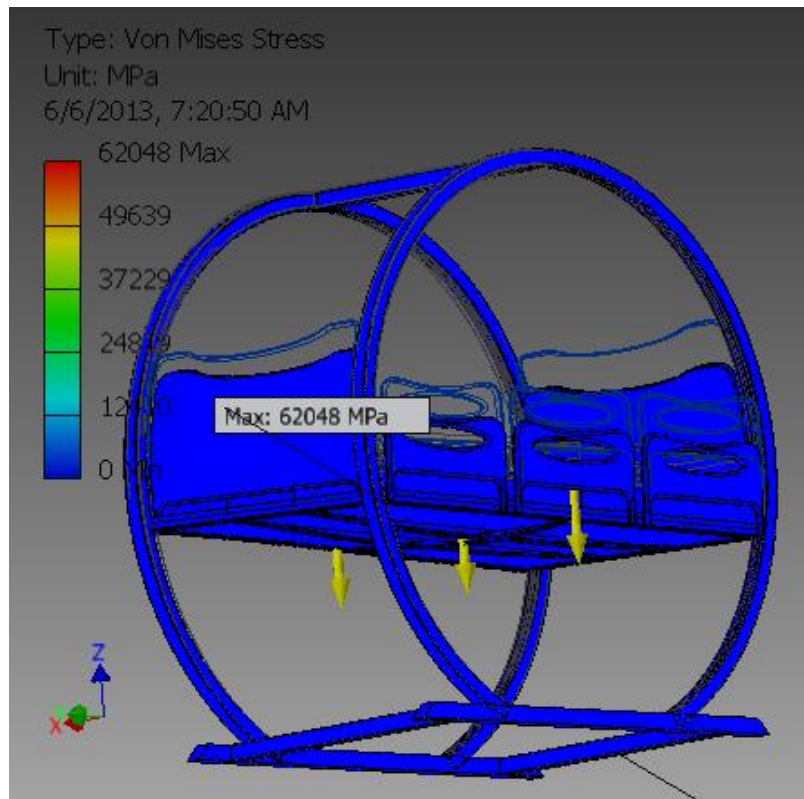
En la Figura 50 se aprecia el valor numérico de los esfuerzos máximos y mínimos resultantes en el sistema, observando que dichos esfuerzos son mayores en las zonas más susceptibles a la deformación, y los esfuerzos menores en las zonas con mayor resistencia. Una de las cualidades de estos programas para desarrollar

análisis de elementos finitos es que se apoya con colores para visualizar las zonas con mayor o menor esfuerzo, según sea el caso. Colores que van desde el azul fuerte, para esfuerzos mínimos, a colores rojizos, para esfuerzos máximos. Relacionando los diferentes tonos en el rango de azul a rojo con el valor numérico de los esfuerzos que existan en el sistema.



**Figura 50. Análisis de esfuerzos por elementos finitos al sistema**  
**Fuente: J. Bernardo Torres (2013).**

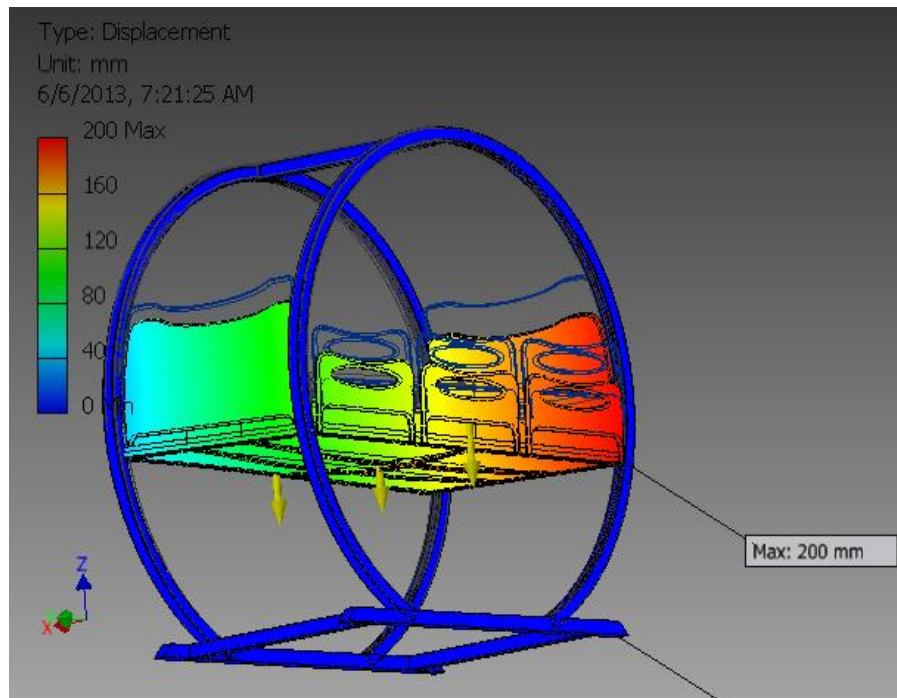
En la Figura 51 se puede observar, apoyándose en la gama de colores y sus respectivas equivalencias numéricas, que los esfuerzos a los que esta o puede estar sometido el sistema, oscila en un rango de 0 MPa (Megapascuales) como mínimo, hasta un esfuerzo de 62048 MPa. Por lo tanto el sistema a analizar con base en el tipo de material diseñado, el valor numérico y posición de la carga, estará sometido a esfuerzos de 12410 MPa como máximo, equivalente a un 20% de su capacidad máxima de resistencia, aproximadamente.



**Figura 51. Esfuerzos y colores en el análisis al sistema**  
 Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

### 5.3.2 Desplazamiento generado en el sistema por la carga aplicada

El desplazamiento que es generado por la carga aplicada al sistema, es un parámetro medible, no sólo en un eje si no en los tres ejes de referencia ( $x$ ,  $y$ , y  $z$ ), ya que hay que recordar que el análisis de elementos finitos trabaja de manera tridimensional. En la mayoría de las ocasiones este desplazamiento corresponde a las deformaciones que sufre el material al estar sometido a esfuerzos. En la Figura 43 se muestran los desplazamientos generados por la carga.



**Figura 52. Desplazamientos del sistema por medio de elementos finitos**  
 Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

Los desplazamientos generados en la propuesta de diseño, oscilan hasta un rango de 200 mm, lo equivalente a 20 cm, estos valores son bastante considerables en una deformación y más por las proporciones dimensionales con el sistema diseñado. Sin embargo el desplazamiento generado no es debido a deformaciones de los materiales provocados por las cargas, si no que la parte del sistema diseñado donde se aplicó la carga, debe de permanecer a través de mecanismos suelto a las bases laterales de dicho sistema, permitiéndolo rotar para generar la postura de verticalización del usuario (ver Figura 47).

### 5.3.3 Factor de seguridad de la propuesta seleccionada de diseño

El factor de seguridad (también conocido como de seguridad), es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido. Por este motivo es un número mayor que uno, que indica la capacidad en exceso que tiene el sistema por sobre sus requerimientos.



Los resultados obtenidos muestran un factor de seguridad que oscila desde un mínimo de 0.00333612 a un máximo de 15, considerando lo que la teoría dice; que este valor debe ser mayor a uno, los resultados obtenidos en esta simulación muestra que el sistema cumple con los parámetros de este punto.

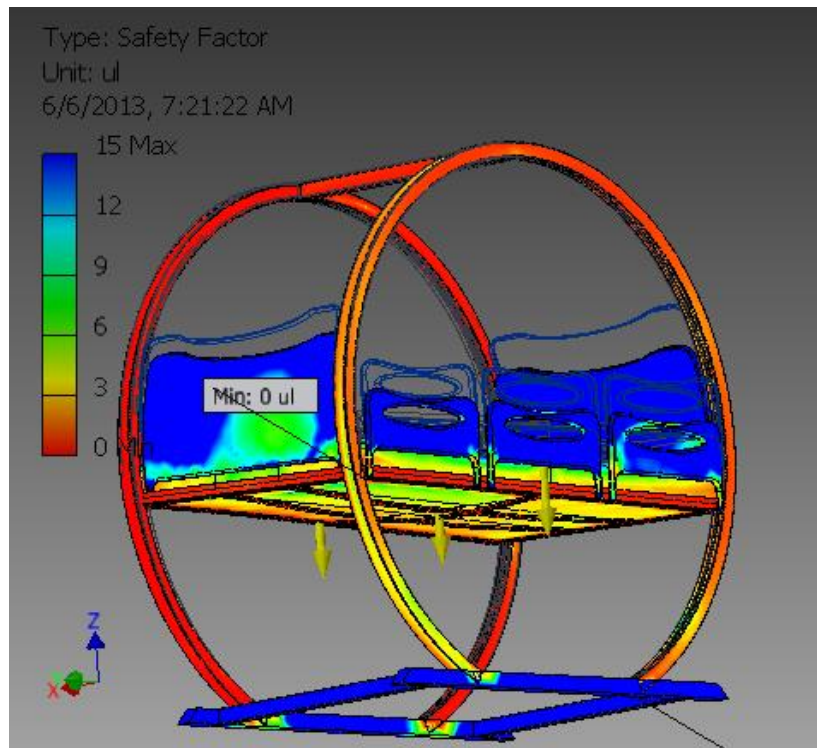
**Tabla 6. Factor de seguridad del sistema por medio de elementos finitos**

<b>Result Summary</b>		
<b>Name</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Volume	273482 mm <sup>3</sup>	
Mass	0.350671 kg	
Von Mises Stress	0.00527409 MPa	62048.2 MPa
1st Principal Stress	-14794.3 MPa	81813.7 MPa
3rd Principal Stress	-64130.5 MPa	17166.1 MPa
Displacement	0 mm	200.004 mm
<b>Safety Factor</b>	0.00333612 ul	15 ul

Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

En la siguiente Figura 53, se puede apreciar el factor de seguridad en los diferentes elementos del diseño, cabe mencionar que las bases circulares, presentan factores de seguridad mínimos, ya que la superficie que permite verticalizar al usuario, no está unida de forma permanente a dichas bases circulares.

Este análisis por elementos finitos realizados al sistema diseñado, es un ensayo estático y por su naturaleza no reconoce como un parámetro aceptable el desplazamiento rotacional que se genera en la superficie donde se aplicaron las cargas (misma superficie que permite la verticalización del usuario).



**Figura 53. Desplazamientos del sistema por medio de elementos finitos**

Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

## 5.4 Modelo funcional

El desarrollo del modelo funcional permite tener una mejor perspectiva de las funciones y características del sistema. En la siguiente Figura 54, se pueden observar los componentes principales del modelo del sistema automatizado, los cuales son:

- **Mecanismos del sistema:** Para generar los diferentes cambios de postura, así como la verticalización del sistema, esto se logra a través de un sistema de mecanismos (en su mayoría mecanismos cuatro barras), el cual está compuesto por cadenas cinemáticas, eslabones y juntas respectivamente, que son los encargados de transmitir la fuerza y movimientos necesarios para generar dichos cambios de postura en el sistema. En el desarrollo del diseño de los mecanismos, se contemplan características tales como; resistencia a la fatiga, seguridad, fabricación, mantenimiento, estandarización con

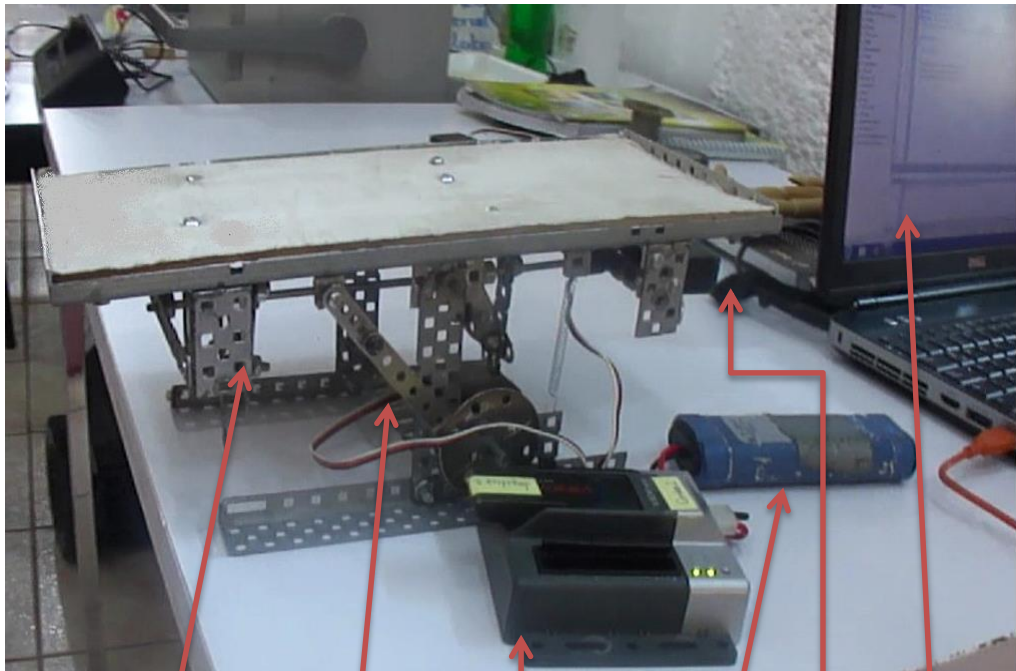
materiales en el mercado, etcétera. Buscando con ello la eficiencia y eficacia de estos mecanismos en el sistema automatizado.

- **Microcontrolador:** La función del microcontrolador es ejecutar las órdenes o rutinas grabadas en su memoria a través de una computadora, en donde por medio de programación se desarrollan estas. En estas rutinas se incorporan los intervalos de tiempo para que la persona con problemas de movilidad presenten los cambios de postura y verticalización del sistema de forma automatizada. A través de la salida en los microcontroladores, estas órdenes o rutinas, para este caso, son enviadas a los motores del sistema, los cuales generan la fuerza y movimiento a los mecanismos de acuerdo a los tiempos y formas considerados en la rutina de programación.

Cabe mencionar que en el diseño del sistema no se consideran sensores de posición para el control de los ángulos de inclinación, ya que los microcontroladores o PLC's también trabajan con temporizadores que vienen integrados en estos sistemas de control, y de esta manera se controla la inclinación de las diferentes posturas del sistema automatizado desde la programación de dicho sistema. Para efectos del desarrollo del modelo del sistema se consideró un microcontrolador, sin embargo para el caso del desarrollo, en su momento, de un prototipo del sistema automatizado, el uso de un PLC sustituirá al microcontrolador, ya que un PLC está diseñado para usos industriales y ofrece ventajas considerables en cuanto a su hardware y análisis de funcionamiento con respecto al microcontrolador.

- **Motores:** En el sistema se han utilizado dos motores; uno es el encargado de generar a través de los mecanismos los cambios de postura por decúbito en el sistema y el otro, de la verticalización del mismo.

- **Batería:** La batería es la encargada de suministrar la energía eléctrica al microcontrolador y por ende al sistema automatizado. La energía que transmite este tipo de batería al sistema es de corriente directa. Para el caso del desarrollo del prototipo del sistema automatizado, este elemento no es necesario, ya que el sistema automatizado utiliza PLC y este puede funcionar con corriente alterna, es decir; la energía en la cual la electricidad llega a los hogares.
- **Lenguaje de programación:** En este se genera el programa con sus rutinas, que por medio de una serie de instrucciones se desarrollan las tareas mismas que son enviadas al microcontrolador y a su vez a los motores del sistema automatizado. Los diferentes intervalos de tiempo para cada posición del sistema así como el orden y tiempos de accionamiento de los motores, son estas rutinas mencionadas.



*Mecanismo del sistema    Motor    Microcontrolador    Batería    Motor    Lenguaje de programación*

**Figura 54. Componentes principales del sistema automatizado**

Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

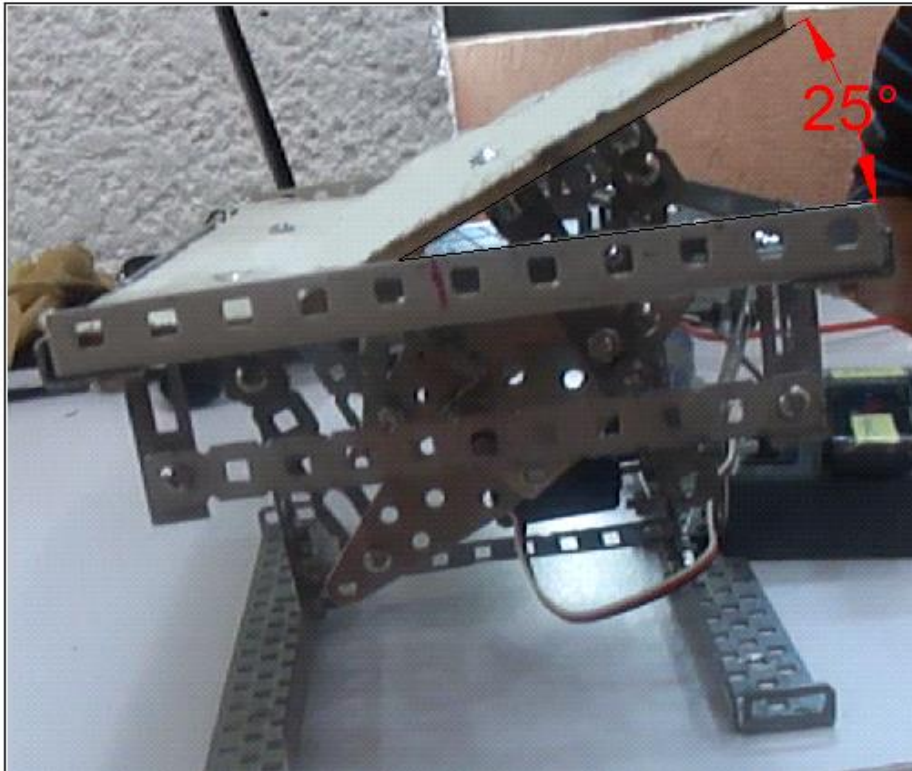
Cabe mencionar que la manera como se llevan a cabo los diferentes cambios de postura en el sistema automatizado, es a través de un control alámbrico en el cual por medio de botoneras el sistema genera los diferentes cambios de postura con base en la programación desarrollada. En la siguiente Figura 55 se puede observar esto.



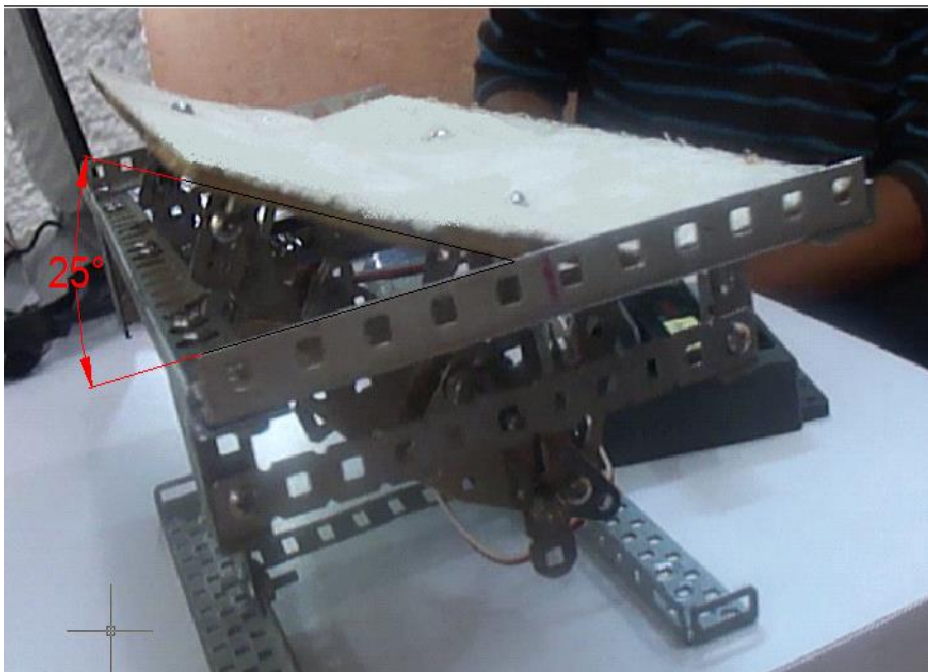
**Figura 55. Control alámbrico del sistema automatizado**

Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

El ángulo de inclinación que se obtiene en el sistema automatizado para lograr las posturas por decúbito lateral derecho y lateral izquierdo, respectivamente son de  $25^\circ$ , como se muestra en la Figura 56 y Figura 57.

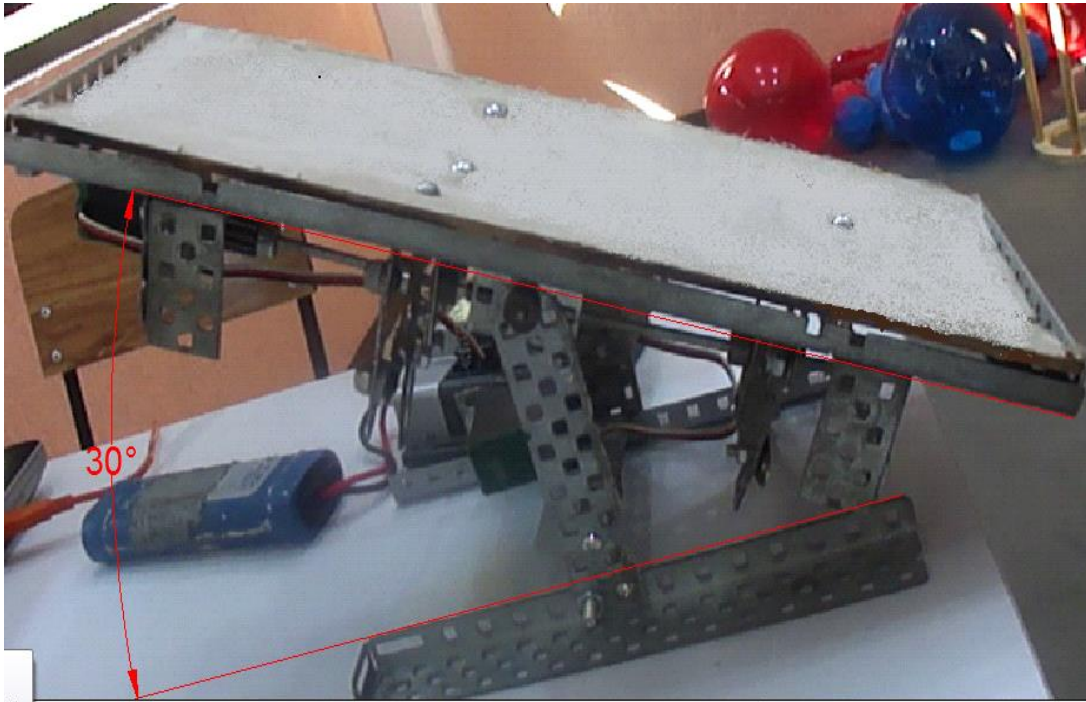


**Figura 56. Ángulo de inclinación para postura por decúbito lateral derecho**  
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).



**Figura 57. Ángulo de inclinación para postura por decúbito lateral derecho**  
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

El ángulo de inclinación que se obtuvo en el modelo del sistema automatizado para lograr la verticalización del mismo es de  $30^\circ$ , esto se puede observar en la siguiente Figura 58.

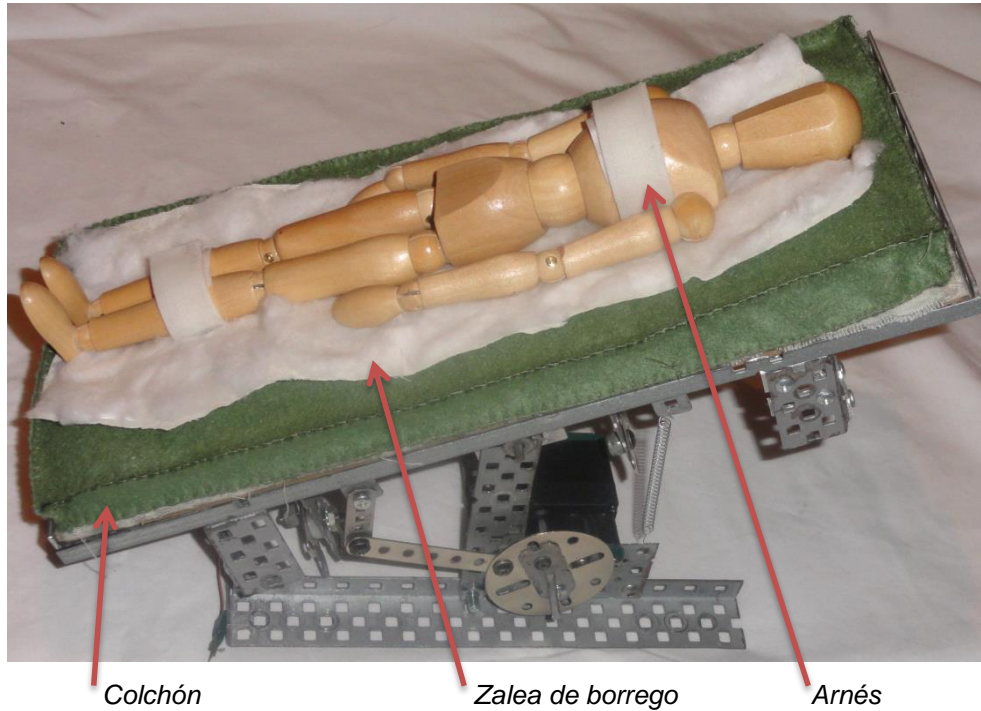


**Figura 58. Ángulo de inclinación para lograr la verticalización del sistema**  
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).

Los ángulos de inclinación en el modelo, tanto para los cambios de postura por decúbito y verticalización como se muestran en las Figuras 56, 57 y 58 respectivamente, son los máximos alcanzados. Estos ángulos se pueden manipular desde la programación para la automatización del sistema en caso de que sea necesario, considerando un rango de  $0^\circ$  a  $25^\circ$  para el caso de la posición por decúbito y de  $0^\circ$  a  $30^\circ$  para el caso de la verticalización del sistema.

Otros elementos importantes incluidos en el diseño, es el uso de colchón ortopédico, zalea de borrego en la superficie del colchón y un sistema de arnés para fijar al usuario al sistema, evitando posibles desplazamientos no deseados del usuario. Esto se puede observar en la Figura 59. Es importante mencionar que también se

pueden incluir en el sistema almohadas de gel o polímero granulado apoyando con esto a la comodidad y postura adecuada del paciente.



**Figura 59 Elementos que están en contacto directo con el paciente**  
Fuente: J. Bernardo Torres (2013).



## CONCLUSIONES

Para lograr los objetivos de diseño de este proyecto y con ello poder "ayudar" a evitar las problemáticas ya mencionadas, se ha trabajado en diferentes aspectos en el proceso de la investigación, los cuales son:

- **Investigación de campo en personas que presentan estancias prolongadas en cama.** Se realizaron visitas a diferentes clínicas, hospitales y casas habitación, para entrevistar al personal médico, familiares y sobre todo a las personas que presentaban dichas estancias, con el objetivo de conocer más a fondo las problemáticas derivadas y el cómo las resuelven desde el punto de vista del diseño e ingeniería, buscando con ello identificar las variables a controlar, mismas que se consideraron en el diseño. Se realizaron formatos para las entrevistas realizadas en esta investigación de campo, los cuales se fueron modificando, buscando con esto que la información recibida fuera lo más objetiva posible (estos se pueden observar en el anexo 1 y anexo 2).
- **Búsqueda de sistemas existentes en el mercado.** El hecho de realizar esta búsqueda, ha dado un panorama más amplio del conocer el cómo enfrentan estas problemáticas, tanto nuestra sociedad mexicana así como la de otros países. Aunado con la investigación de campo, hallamos que no existen en el mercado sistemas integrales que ofrezcan ayudar a evitar las problemáticas ya mencionadas, encontrando también que tanto los sistemas como accesorios (almohadas de gel, colchones de aire, etcétera) existentes, son relativamente caros comparados con el ingreso económico de la mayoría de las personas con estas problemáticas, utilizando como alternativas almohadas de semillas varias (arroz, frijol, lenteja, alpiste, etcétera) como sustitución de las elaboradas de gel, o sistemas de aire. Un punto interesante encontrado en esta búsqueda, es el uso de zaleas de borrego, ya que les

resulta más económico y sobretodo eficaz para ayudar a evitar las úlceras por presión, debido a sus características (ver Figura 34), comparado con accesorios como los comentados de gel o aire.

Un tercer aspecto son las **“Nuevas Tecnologías”**. El uso de las "Nuevas Tecnologías", como lo es el internet, programas de diseño asistido por computadora que también permita realizar análisis de elemento finito al sistema, dispositivos electrónicos, etcétera, ha sido de vital importancia para el desarrollo de este proyecto, ya que ha permitido obtener de forma sencilla, rápida, eficiente, eficaz, económica, etcétera, información que sin estas nuevas tecnologías, la investigación fuera más compleja de lo que un proyecto de esta naturaleza lo es, entre ellas tenemos:

- Información estadística de la población con discapacidad en México, permitiendo con esto, tener un panorama social del comportamiento y evolución de estas personas con discapacidad.
- Información relacionada a los signos y síntomas (úlceras por presión, así como problemas; digestivos, articulares y deformaciones de la columna vertebral) de las personas con discapacidad que presentan estancias prolongadas en cama, misma que han sido de mucha ayuda para considerar parámetros a controlar en el diseño del sistema. Cabe mencionar que en algunas clínicas y hospitales el acceso para recibir información relacionada al proyecto es negada, por cuestiones políticas de estos lugares.
- Información de sistemas existentes en el mercado, que proporcionan un panorama general de las soluciones de diseño para ayudar a evitar los problemas que presentan estas personas.

- Desarrollo de prototipos virtuales en programas diseño, como lo es Inventor Professional 2013. Con un prototipo virtual se tiene la capacidad de diseñar, evaluar y depurar un producto antes de que este sea construido. Tradicionalmente, los prototipos físicos de un diseño se han hecho para investigar beneficios, tales como; ergonomía, estética, resistencia, operación y mantenimiento, entre otros. Sin embargo los prototipos físicos son costosos y consumidores de tiempo en su construcción y difíciles de modificar; consecuentemente ellos pueden ser producidos con certeza únicamente cuando un diseño se ha establecido y la mayoría de los conflictos generales han sido resueltos. Lo ideal es reemplazar prototipos físicos por electrónicos o virtuales. Esto se ha desarrollado gracias a las “nuevas tecnologías” que hoy en día como diseñadores son herramientas fundamentales para el proceso de nuestro proyecto.
- El considerar tecnologías utilizadas en la industria, como lo son; los Circuitos Lógicos Programables (PLC), representan una garantía de poder lograr que los cambios de postura en nuestro sistema, sean programados de manera eficiente, con base en los tiempos entre cada posición requerida, es decir; asegura la confiabilidad del sistema en este punto.

Derivado de lo anterior, como resultado se desarrolló:

- *Prototipo virtual.* A partir de este se obtuvo el concepto general del sistema automatizado, así como también un análisis de esfuerzos por elemento finito, permitiendo, tener una visualización general de posibles deformaciones y concentración de esfuerzos en los elementos de la estructura del sistema, considerando las cargas correspondientes así como también los materiales utilizados en la estructura del sistema. Concluyendo que el sistema no tendrá ningún problema de deformación o posibles rupturas en los elementos de la estructura de dicho sistema.

- *Modelo funcional del sistema automatizado.* La realización del modelo funcional, como se muestra en las Figuras 56, 57 y 58, respectivamente, ha permitido observar entre otras cosas, los cambios de postura por decúbito y verticalización del sistema, así como sus respectivos ángulos de inclinación en estas posiciones. En la Figura 47, se aprecia que en el diseño se consideró un ángulo de  $45^\circ$  para la verticalización del paciente, sin embargo en el modelo del sistema sólo se obtuvo un ángulo de  $30^\circ$  para este concepto, ver Figura 58. Un punto importante en este aspecto, es que se pueden realizar ajustes al diseño de los mecanismos encargados de controlar este ángulo de inclinación, y con ello lograr la inclinación proyectada en el diseño. En el caso de la inclinación de las posturas por decúbito, no se tuvo ningún problema para alcanzar estos ángulos de inclinación deseados en el diseño.

Para poder llevar a cabo la automatización del sistema en el presente modelo, se utilizó un microcontrolador, para controlar los tiempos y formas de la activación de los motores y con ello los cambios de postura del paciente en el sistema. El uso de microcontroladores involucra rutinas de programación, misma que en estas se pueden definir los intervalos de tiempos entre los diferentes cambios de postura del paciente. Por ejemplo, es conveniente que los cambios de postura de un paciente con estancias prolongadas en cama sean en intervalos de 40 minutos entre cada una de estas, esto de forma cíclica hasta un número determinado de ellas, esta información se integra en la rutina de programación, una vez terminado este proceso, la forma de controlarlo es a través de un control alámbrico, en el cual por medio de botoneras se lleva a cabo la manipulación del sistema automatizado, como se puede observar en la Figura 55.

Cabe mencionar que para efectos de la fabricación de un prototipo del sistema automatizado, el microcontrolador será sustituido por un PLC, cuya justificación se comenta en la página 81.

Otro aspecto importante son los elementos que van a estar en contacto directo con el usuario; colchón ortopédico, zaleas de borrego y un sistema de arnés para la fijación del usuario al sistema evitando con esto posibles desplazamientos no deseados. Esto se puede observar en la Figura 59.

El presente proyecto es una alternativa más en la búsqueda de poder “ayudar” a las personas con estancias prolongadas en cama, así como también aquellas que están a su cuidado, a evitar o solucionar problemáticas de salud, de manera eficaz y eficiente en un solo sistema. Sin embargo el sistema es complejo y sobretodo perfectible. Se pueden realizar mejoras en él, tales como:

- Incluir en el sistema no sólo los cambios de posturas del paciente de forma automatizada, sino también de forma manual, para efectos de falta de energía eléctrica o mantenimiento en el sistema eléctrico o electrónico.
- Integrar el uso de energías alternativas en el sistema, como es el caso de la energía solar, a través de celdas fotovoltaicas, incrementando la sustentabilidad en el sistema automatizado.
- Controlar el sistema automatizado vía inalámbrica, es decir; a través de control remoto.

Un punto importante y complejo en el desarrollo del presente proyecto es el diseño del sistema de mecanismos, que ha permitido generar los diferentes cambios de postura del paciente de forma eficaz en el modelo funcional realizado, con base a lo requerido por los diferentes cambios posturales para con él paciente. En un proyecto de esta naturaleza, el diseño mecánico juega un papel fundamental en la búsqueda de “ayudar” a mejorar la calidad de vida del ser humano en este rubro.

Con base en lo anterior, este sistema automatizado es un sistema en el cual se puede continuar trabajando en él, derivado de su complejidad y características. El sistema puede tener alcances de ser proyectado como tecnología de última generación en su tipo, tecnología cien por ciento mexicana, llevándolo también a registros de propiedad intelectual por parte de nuestra institución, ya que es una innovación tecnológica y por esencia es un proceso que conjuga una oportunidad de mercado con una necesidad y/o una invención tecnológica. Confirmando una vez más que la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM - A), es una institución comprometida con satisfacer las necesidades que la sociedad demanda.

## BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

### LIBROS

- Flores, Cecilia. (2011). Diseño y ergonomía para poblaciones especiales. (1ª ed.). Mexico: Designio SA de CV.
- González, Maestre. (2007). Ergonomía y Psicosociología. Madrid, España: Fc. Editorial.
- González, Montalvo, J. I. y Alarcón, Alarcón, T. (2003). Grandes Síndromes Geriátricos, concepto y prevención de los más importantes. Madrid, España: Medicine
- Hernández, Sampieri, Roberto. (2006). Metodología de la investigación. ( 4ª ed.). México: McGraw-HillInteramericana.
- Jiménez, C. Rojas y Manrique Carrillo B. (2002). Manual de Geriatria Salgado Alba. (3ª ed.). Barcelona, España: Masson.
- L. Floyd, Thomas (2006). Digital fundamentals with PLD programming. (9ª ed.). Nueva York, EU: Pearson Prentice Hall.
- Mondelo, R, Pedro, Gregori Enrique y Barrau Pedro. (1994). Ergonomía 1 fundamentos. (1ª ed.). Barcelona, España: Mutua Universal.
- Mondelo, R. Pedro, Gregori, Enrique y Barrau, Pedro. (1998). Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo. (1ª ed.). Barcelona, España: Mutua Universal.
- Munari, Bruno. (1981). ¿Cómo nacen los objetos?. (1ª ed.). Barcelona: España: Gustavo Gili, SA.
- Shigley, Joseph E. y Mischke, Charles. (2002). Diseño en ingeniería mecánica. (6ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Timothy, Maloney, J. (2006). Electrónica industrial moderna. ( 5ª ed.). México: Pearson educación.
- Velázquez, Santiago. (2003). Los Derechos de las Personas con Discapacidad. Comisión Nacional de los Derechos Humanos. Fascículo 6. México.

## RECURSOS ELECTRÓNICOS

- Alba, Salgado. Historia de la geriatría [en línea]. Madrid España [fecha de consulta: Abril 2012]. Disponible en:  
<<http://www.doctoredogallegos.com/wp-content/uploads/2008/02/Historia-de-la-Geriatr%C3%ADa.-Dr.-Salgado-Alba.pdf>>
- Alzheimer. Cambios posturales [en línea]. [fecha de consulta: Abril 2012]. Disponible en:  
< <http://es.paperblog.com/cambios-posturales-video-e-imagen-1326652/>>
- Blanquería. Almohadas de semillas [en línea]. [fecha de consulta: Julio 2013] Disponible en:  
<<http://www.blanqueria.net/almohadas/almohadas-semillas.html>>
- Carolina, L. El pulso. (2005 Mayo). Para prevenir y tratar úlceras por presión. Programas "Piel sana" y "Clínica de Úlceras". El Pulso, p.1. Disponible en:  
<<http://www.periodicoelpulso.com/html/may05/general/general-03.htm>>
- Carrasco, Ramallo y Hernández. Úlceras por presión [en línea]. [fecha de consulta: Julio 2011]. Disponible en:  
<<http://www.ulceras.net/publicaciones/963D02EC.pdf>>
- Davidrc. Programación de automatistas industriales [en línea]. 2009 [fecha de consulta: Mayo 2012]  
<Disponible en: <http://davidrojasticsplc.wordpress.com/>>
- DIF, et al, "Conceptos" en Discapacidad [en línea]. México 2012 [fecha de consulta: Noviembre 2012]. Disponible en:  
<<http://www.dif.df.gob.mx/dif/discapacidad/conceptos.php>> .
- Discapacidad en México [en línea]. [fecha de consulta: Marzo 2013]. Disponible en:  
<<http://sectoresvulnerables.blogspot.mx/p/discapacidad-en-mexico-segun-el-xii.html>>
- Estructura básica de un PLC [en línea]. [fecha de consulta: Mayo 2012] Disponible en:  
<[http://www.el.bqto.unexpo.edu.ve/lab\\_plc/paginas/estructura.html](http://www.el.bqto.unexpo.edu.ve/lab_plc/paginas/estructura.html)>
- Health Depo. Colchón de presión alterna con motor y regulador Especial para personas con poco o nulo movimiento [en línea]. México D.F, 2013 [fecha de consulta: Junio 2013]



Disponible en: <<http://cuauhtemoc-distritofederal.olx.com.mx/colchon-antillagas-de-presion-alterna-con-motor-y-regulador-iid-520831970>>

- Hospital General Calventy. Geriátría [en línea]. [fecha de consulta: Mayo 2013]. Disponible en:  
<<http://hospitalcalventi.gov.do/>>

INEGI. Base de datos [en línea]. México, XII CGPV 2000 [fecha de consulta: Marzo 2012]. Disponible en:  
<<http://www.inegi.gob.mx/>>

- INEGI. *Discapacidad en México* [en línea]. México, [fecha de consulta: Enero 2013].  
Disponible en:  
<<http://cuentame.inegi.org.mx/impresion/poblacion/discapacidad.asp>>

- INEGI. Las personas con discapacidad en México: una visión censal [en línea]. México, 2004 [fecha de consulta: Agosto 2012]. Disponible en:  
<[http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2000/discapacidad/discapacidad2004.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2000/discapacidad/discapacidad2004.pdf)>

- Kabir. *Síndromes Geriátricos* [en línea]. [fecha de consulta: Abril 2013].  
Disponible en:  
<<http://medicinainterna.wikispaces.com>>

- Mellers, B. (2008). *Antiguas civilizaciones* [en línea]. [fecha de consulta: Mayo 2013].  
Disponible en:  
<[http://www.antig\\_civiliz\\_sociolog.pdf](http://www.antig_civiliz_sociolog.pdf)>

- Mendoza, Karent. 5.1% de la población mexicana tiene discapacidad: INEGI [en línea]. México 2011 [fecha de consulta: Marzo 2012]. Disponible en:  
<<http://www.dis-capacidad.com/nota.php?id=1381#.U20YHIF5Oxo>>

- Olalde, Rafael. Intentando prevenir las úlceras por presión [en línea]. Mayo 2012 [fecha de consulta: Julio 2012]. Disponible en:  
<<http://rafaelolalde.blogspot.mx/2012/05/intentando-prevenir-las-ulceras-por.html>>

- Ortopedia a domicilio. Colchón espuma antiescaras [en línea]. [fecha de consulta: Julio 2012]  
Disponible en:

<<http://www.ortopediadomicilio.cl/productos-antiescaras/362-colchon-de-espuma-antiescaras.html>>

- Ortopedia y Cirugía Gorgo. Colchón antiescaras [en línea]. 2012 [fecha de consulta: Junio 2013]  
Disponible en:  
<<http://www.ortopediagorgo.com.ar/sitio/>>
- Secretaría de Salud, *et al.* *Atención integral a la salud de las personas con Discapacidad en Programa de Acción Específico* [en línea] 2007-2012, [fecha de consulta: Noviembre 2012].  
Disponible en:  
<[www.conadis.salud.gob.mx](http://www.conadis.salud.gob.mx)>
- Siemens, AG. Controladores LOGO [en línea]. 2009. [fecha de consulta: Junio 2012].  
Disponible en:  
<<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/pages/logo.aspx>>
- Wood, Debra. Úlceras por presión [en línea]. 2011 [fecha de consulta: Mayo 2012].  
Disponible en:  
<<http://www.beliefnet.com/healthandhealing/getcontent.aspx?cid=103522>>

## Anexo 1. Primer formato de encuesta para clínicas y hospitales

Encuesta para diseño de sistema automatizado de multiposiciones por decúbito y vertical para personas discapacitadas con estancias prolongadas en cama, para ayudar a evitar las úlceras por presión (también llamadas escaras), problemas de peritonitis, deformaciones del cuello y de la columna vertebral.

Fecha: \_\_\_\_\_

### DATOS DE LA CLÍNICA U HOSPITAL

Nombre del doctor: \_\_\_\_\_

Nombre de la (el) enfermera (o): \_\_\_\_\_

Nombre de la clínica u hospital: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Colonia: \_\_\_\_\_

Calle: \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_

C.P.: \_\_\_\_\_ Entidad federativa \_\_\_\_\_

Municipio/Delegación \_\_\_\_\_

### DATOS DE PACIENTES

**I. ¿Tienen pacientes discapacitados con estancias prolongadas en cama que se les hayan generado, debido a esto, en su clínica u hospital?:**

(a) Úlceras por presión (escaras): Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

(b) Problemas de peritonitis: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

(c) Deformaciones del cuello y de la columna vertebral: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

**II. ¿Atienden a pacientes discapacitados con estancias prolongadas en cama que presentan problemas, debido a esto, tales como:**

(a) Úlceras por presión (escaras): Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

(b) Problemas de peritonitis: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

(c) Deformaciones del cuello y de la columna vertebral: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

**DATOS DE CAMAS O SISTEMAS PARA PACIENTES CON ESTANCIAS PROLONGADAS EN  
CAMA**

**I. ¿Cuentan con camas o sistemas para atender a pacientes discapacitados con estancias prolongadas en cama? que presentan problemas, debido a esto, tales como:**

(a) *Úlceras por presión (escaras):* **Sí** \_\_\_\_\_ *Es:* Convencional \_\_\_\_\_, Automatizado \_\_\_\_\_. **No** \_\_\_\_\_

(b) *Problemas de peritonitis:* **Sí** \_\_\_\_\_ *Es:* Convencional \_\_\_\_\_, Automatizado \_\_\_\_\_. **No** \_\_\_\_\_

(c) *Deformaciones del cuello y de la columna vertebral:* **Sí** \_\_\_\_\_ *Es:* Convencional \_\_\_\_\_ Automatizado \_\_\_\_\_ **No** \_\_\_\_\_.

**II. ¿Considera que es importante un sistema automatizado de multiposiciones por decúbito y vertical para personas discapacitadas con estancias prolongadas en cama, para ayudar a evitar las úlceras por presión (también llamadas escaras), problemas de peritonitis, deformaciones del cuello y de la columna vertebral?**

**Sí** \_\_\_\_\_ **No** \_\_\_\_\_

**¿Porque?** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Anexo 2. Segunda formato de encuesta para clínicas y hospitales

**Diseño de un sistema automatizado, para personas discapacitadas con estancias prolongadas en cama, de multiposiciones por decúbito y vertical para ayudar a evitar las úlceras por presión, así como problemas: digestivos, articulares y deformaciones de la columna vertebral.**

Fecha: \_\_\_\_\_

### **DATOS DE LA CLÍNICA U HOSPITAL** (OPCIONAL)

Nombre del doctor: \_\_\_\_\_

Nombre de la (el) enfermera (o): \_\_\_\_\_

Nombre de la clínica u hospital: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_

1. *¿Qué tipo de consideraciones se debe de tener en el cuidado de las personas con estancias prolongadas en cama para ayudar a evitar las úlceras por presión (también llamadas escaras), problemas de peritonitis, deformaciones del cuello y de la columna vertebral?*

2. *Con base a su experiencia; ¿qué características de forma, funciones, tipos de material, etc., consideraría que deben tener los sistemas o camas para ayudar a evitar dichas complicaciones en personas con estancias prolongadas en cama?*

### Anexo 3. Programa para controlar posiciones por decúbito y verticalización del Sistema Automatizado para Personas con Estancias Prolongadas en Cama, utilizando un microcontrolador Cortex

#### Programa para controlar posiciones por decúbito y verticalización del

```
//Configurando los dispositivos
#pragma config(Sensor, dgtl1, decubito, sensorQuadEncoder)
#pragma config(Motor, port2, motorA, tmotorVex269, openLoop, encoder, encoderPort,
dgtl1, 1000)
#pragma config(Motor, port3, motorB, tmotorVex269, openLoop)

//Sentencia de inicio
task main()
{

    int i=0;
    SensorValue[decubito]=0;
    while(i<3) //Aquí se especifica el número de veces que el sistema lo hace de manera
automática
    {

//Decúbito izquierdo
        while(SensorValue[decubito]>-30)
        {
            motor[motorA]=-50;
            wait10Msec(5);
        }
        motor[motorA]=0;
        wait10Msec(300);
//Decúbito cero

        while(SensorValue[decubito]<0)
        {
            motor[motorA]=40;
            wait10Msec(5);
        }
        motor[motorA]=0;
        wait10Msec(300);

//Decúbito derecho
        while(SensorValue[decubito]<25)
        {
            motor[motorA]=70;
            wait10Msec(5);
        }
    }
}
```

```

        motor[motorA]=0;
        wait10Msec(300);

//Decúbito cero
        while(SensorValue[decubito]>5)
        {
                motor[motorA]=-30;
                wait10Msec(5);
        }

        motor[motorA]=0;
        wait10Msec(300);

//Subir
        motor[motorB]=75;
        wait10Msec(500);

        motor[motorB]=0;
        wait10Msec(50);

//Bajar
        motor[motorB]=-30;
        wait10Msec(180);

        motor[motorB]=0;
        wait10Msec(300);

        i++;
    }
}

```

## CURRICULUM VITAE

**JOSÉ BERNARDO TORRES VALLE**

C. San Simón No.9

Col. San Idelfonso, Cd. Nicolás Romero

Estado de México. C.P. 54470

Teléfono: 21686911. Cel. 5517589778

Jobe\_tv@yahoo.com.mx

Estado civil: Casado      Edad: 36 años



**OBJETIVO:** Colaborar en el desarrollo y superación de la institución en la que laboro, contribuyendo a alcanzar sus objetivos y metas establecidas. Así como también las personales.

### A. FORMACIÓN ACADÉMICA

<p><i>Licenciatura en Ingeniería Mecánica</i> <i>Generación 2008</i></p> <p><b>Área de concentración: Proyecto Mecánico</b></p> <p>Proyecto Terminal: <b>“Prototipo de secador Solar con Sistema de Seguimiento”.</b></p>	<p><b>Universidad Autónoma Metropolitana UAM (Unidad Azcapotzalco)</b></p>
<p><i>Especialización en Diseño</i> <i>Generación 2012</i></p> <p><b>Línea de investigación de Nuevas Tecnologías Opción CAD-CAM</b></p> <p>Título del proyecto: <b>“Sistema multipostural en la aplicación de terapias dirigidas a la habilitación de niños y niñas de 10 años, con parálisis cerebral”.</b></p>	<p><b>Universidad Autónoma Metropolitana UAM (Unidad Azcapotzalco)</b></p>
<p><i>Maestría en Diseño (Pasante)</i> <i>Generación 2014</i></p> <p><b>Línea de investigación de Nuevas Tecnologías Opción CAD-CAM</b></p> <p>Título del proyecto: <b>“Diseño de un sistema automatizado, para personas discapacitadas con estancias prolongadas en cama, de multiposiciones por decúbito y vertical para ayudar a evitar las úlceras por presión, así como problemas; digestivos, articulares y deformaciones de la columna vertebral”.</b></p>	<p><b>Universidad Autónoma Metropolitana UAM (Unidad Azcapotzalco)</b></p>



## B. CURSOS DE CAPACITACIÓN

Año	Nombre del curso
2003	Autocad-2002 2D y 3D Básico. / UAM-AZC
2003	Metrología del Taller. / CECATI No.1
2003	Torneado de Metales. / CECATI No.1
2003	Dibujo Asistido por Computadora 3-D / CECATI No.1
2008	Análisis y Solución de Problemas, Tratamiento de Acciones Correctivas y Acciones Preventivas y Metodología de las 8 Disciplinas / Santello Herramientas S. A de C. V
2009	“Enseñar en Términos de Competencias” para docentes del subsistema de universidades tecnológicas.
2012	Funcionamiento de la Comisión de la Seguridad e Higiene
2012	La seguridad responsabilidad es de todos
2013	Redacción / UAM-AZC
2014	Seminario Taller en Innovación en Alta Tecnología de Propiedad Industrial Mexicana, para Instituciones de Educación Superior del Estado de México y del Distrito Federal. / CIIT
2014	Las Patentes, los Modelos de utilidad y los Secretos Industriales. / IMPI
2014	Diplomado en Herramientas Metodológicas para la Formación Basada en Competencias Profesionales. / UV ITESM

## C. EXPERIENCIA LABORAL

**HERRERÍA DEL VALLE** 1995 – Actual  
**Tiempo laborado:** 19 años.  
**Puesto desempeñado:** Herrero (Negocio propio).  
**Actividad:** Entrevistarme con el cliente, Desarrollar cotizaciones, elaborar listas de materiales, realizar pedidos correspondientes y fabricar o elaborar los productos solicitados.

**TROMEXSA S.A DE C.V** 1998 - 2000  
**Tiempo laborado:** 2 años.  
**Puesto desempeñado:** Dibujante industrial.  
**Actividad:** Realizar dibujos de definición de partes de troqueles progresivos para estampado, doblez, embutido, etc.

**SANTELO HERRAMIENTAS S.A DE C.** 2007 - 2009  
**Tiempo laborado:** 3 años.  
**Puesto desempeñado:** Diseñador de Troqueles.  
**Actividad:** Realizar diseño de los troqueles de acuerdo a especificaciones, dibujos de definición de los mismos, elaboración de lista de materiales y seguimiento de la fabricación de estos.

**Tiempo laborado:** 2 años.

**Puesto desempeñado:** Profesor de Asignatura

**Actividad:** Decente en el área de Mecatrónica y Mantenimiento industrial, a nivel Licenciatura y Técnico superior universitario (TSU). Así como también colaborador en el desarrollo de proyectos de investigación e innovación tecnológica.

Impartiendo materias como: Mecánica para la Automatización, Diseño Asistido por Computadora, Mantenimiento Predictivo Mecánico (Vibraciones Mecánicas), Procesos de Manufactura y Metrología

#### **D. ARTÍCULOS PUBLICADOS**

##### **BIBLIOGRAFÍA:**

1. Javier Covarrubias. (2010). **“La integración de los bits y átomos cambiarán la forma de crear de los diseñadores”**. *Cuaderno de posgrado UAM-AZC*. 173-178
2. Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (2011). **“Las nuevas Tecnologías Presentas en la Gestión del Mantenimiento”**. *Expresión .... Universitaria y Tecnológica*. 8 y 9.
3. Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (2012). **“La Ingeniería y el Diseño en el Mundo de la Discapacidad”**. *Expresión .... Universitaria y Tecnológica*. 18-20.